

Zoom sur les métiers

Les métiers des MATHÉMATIQUES



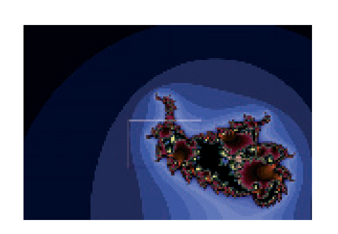
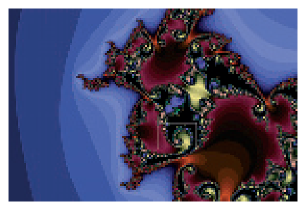
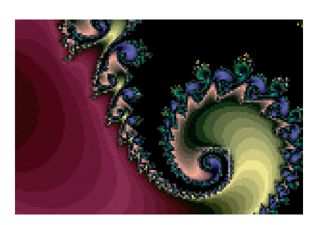
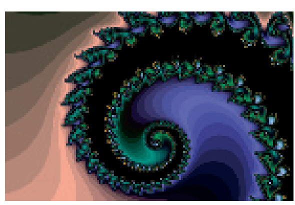
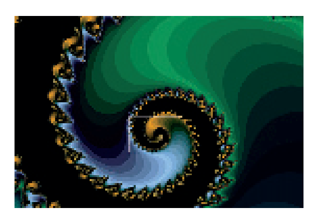
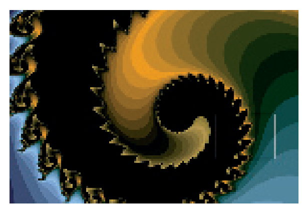










VOYAGE AU CŒUR D'UNE FRACTALE
(réalisé avec le logiciel XaoS)

Les mathématiques sont partout !

Omniprésentes dans l'industrie – aérospatiale, imagerie, cryptographie..., ou dans les services – banques, assurances..., les mathématiques apparaissent aussi dans de nombreux autres secteurs : sondages, gestion des risques, protection des données... Elles interviennent dans notre vie quotidienne – télécommunications, transports, médecine, météorologie, musique... et contribuent à la résolution de problématiques actuelles : énergie, santé, environnement, climatologie, développement durable...

Au service des grands défis d'aujourd'hui et de demain, des femmes et des hommes témoignent :

> de la variété des métiers accessibles dès bac + 2 ;
> de la qualité de leurs formations reconnues et recherchées ;
> de carrières passionnantes.



Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Office national d'information sur les enseignements et les professions
12 mail Barthélemy Thimonnier
Lognes 77437 Marne-la-Vallée Cedex 2

Publication de l'**ONISEP** réalisée à la demande et avec la collaboration des 4 associations suivantes : **la Société mathématique de France (SMF), la Société de mathématiques appliquées et industrielles (SMAI), la Société française de statistiques (SFdS), *femmes et mathématiques*.**
Coordinatrice : Brigitte Lucquin, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie, Paris.

Directeur de la publication : Hervé de Monts de Savasse
Directeur adjoint : Benoit Bouyx

Directrice des éditions : Pascale Gélébart
Coordinatrice éditoriale : Annick Ghys
Rédaction : Françoise Martin

Directrice de la fabrication : Marie-Christine Jugeau
Conception maquette : JFD Communication
Photogravure-flashage : SCEI
Photos : p. 4 : J.-L. Franco ; p. 8, 24, 25 : Philippe Graffion ; p. 9, 10, 13 à 16, 19 à 23, 27 : Brigitte Gilles de la Londe.

DIFFUSION, COMMERCIALISATION, MARKETING
Directeur du département : Philippe Gille
ONISEP VPC, 12 mail Barthélemy Thimonnier, Lognes, 77437 Marne-la-Vallée Cedex 2
Internet : http://www.onisep.fr
Relations clients : 01 64 80 35 00
Plan de classement ONISEP : STI 53 70 00

Le kiosque : Maths
Copyright : janvier 2007
Code de diffusion ONISEP : 900695
ISSN : 1772-2063
ISBN : 978-2-273-00695-8
Imprimé en Italie par Mozzon
Dépôt légal : janvier 2007

À quoi servent les mathématiques :

› Fournir aux autres sciences un langage efficace et des outils



Utilisées dès l'Antiquité pour mesurer la Terre, les mathématiques ont vite fourni à la physique un langage efficace et des outils incontournables. Elles font maintenant partie du paysage dans beaucoup d'autres champs scientifiques : l'informatique fondamentale, les sciences humaines et sociales, la biologie, la médecine, la chimie ... Elles permettent de construire des modèles, de vérifier que ceux-ci ont des propriétés compatibles avec l'expérience, et de les simuler sur des ordinateurs plus ou moins géants. Savez-vous qu'il est souvent difficile de se passer d'équations et de calculs ? En mécanique comme en finance, on dérive, on intègre, on résout des équations, on cherche des solutions approchées facilement calculables, ...

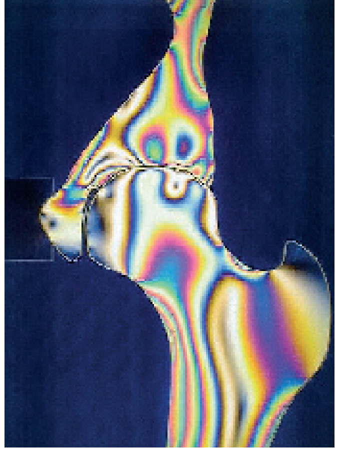
› Jouer un rôle essentiel dans le développement des technologies qui transforment le quotidien

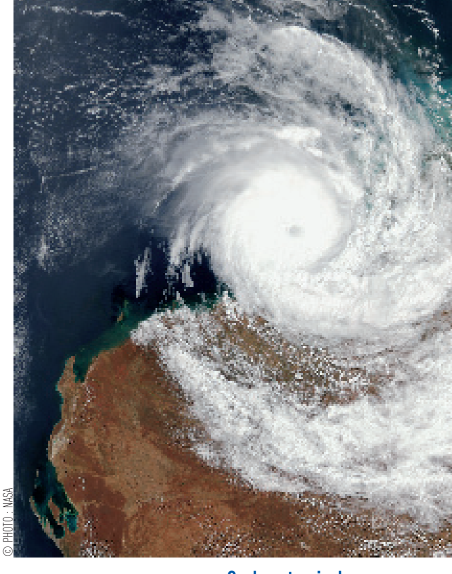
Nombreux sont les domaines des industries et des services où interviennent les mathématiques : la météo (prévisions météorologiques et climatiques), la téléphonie mobile (allocation des fréquences, gestion des appels), l'internet (conception des protocoles de communication, prévisions de l'évolution des réseaux), les transports (calculs d'aérodynamisme, planification des déplacements, optimisation des opérations de maintenance, amélioration du confort), le génie civil (conception de ponts, de murs antibruit), la production d'énergie (optimisation de la distribution d'électricité, prévision d'incidents nucléaires), l'électronique grand public (codes correcteurs d'erreurs pour la lecture de CD, possibilité du 3G sur le téléphone), la finance (fixation du prix des options financières, évaluation du risque crédit), l'imagerie médicale...



Au quotidien :
téléphone portable,
lecteur MP3,
photo numérique,
effets spéciaux,
jeux vidéo,
carte bancaire,
carte vitale...

Modélisation du fémur permettant à un chirurgien de mettre en place une prothèse de la hanche.





© PHOTO : NASA

Cyclone tropical de catégorie 4 sur la côte australienne en mars 2004.

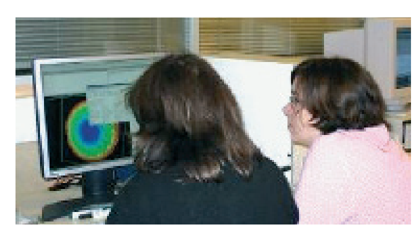
› Défier les grandes problématiques d'aujourd'hui et de demain

La recherche en mathématiques est au centre d'enjeux forts et passionnants : trouver de nouveaux outils et concepts pour aider à la résolution de problèmes liés à l'environnement, au développement durable, à l'énergie, à la climatologie...
On constate une demande de plus en plus pressante de la société en termes de prévention et de gestion des risques, en particulier en météorologie. D'où la nécessité de développer des outils pour obtenir des prévisions fiables à court et moyen termes afin d'anticiper avec précision les événements extrêmes (cyclones, tremblements de terre, tsunamis...).
Les mathématiciens sont également sollicités par les médecins pour l'optimisation du traitement de maladies graves ou de gestes opératoires, les généticiens pour le séquençage du génome...

«La génétique est la science de la transmission des caractères héréditaires. Elle est née historiquement de la comparaison entre des résultats expérimentaux et une hypothèse mathématique simple concernant les mécanismes gouvernant l'aspect de pois à fleur, et son hérédité.
Aujourd'hui encore, c'est l'analyse "mathématique" de la fréquence de transmission d'un trait, une maladie par exemple, qui conduit à en comprendre les déterminants génétiques.»

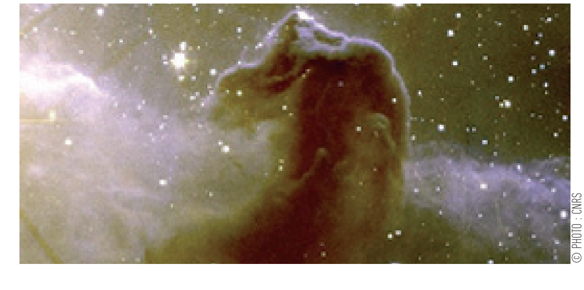
Axel Kahn, généticien

› Développer la rigueur et le raisonnement, mais aussi l'intuition, l'imagination, voire le rêve !



La faculté de s'abstraire des cas particuliers permet aux mathématiciens de proposer des scénarios d'anticipation. Les mathématiques ont par exemple permis de modéliser l'impact de l'effet de serre sur le réchauffement de la planète.
La simulation numérique est actuellement capable de prendre en compte, en temps réel, des phénomènes complexes permettant ainsi de créer des scènes d'animation au cinéma ou des jeux vidéo en réseau. De même dans le monde de la musique, la reproduction du timbre des instruments classiques est maintenant rendue possible grâce à la modélisation par des équations mathématiques.
Réfléchir, raisonner, calculer, faire des hypothèses et les analyser rigoureusement, telles sont les qualités développées grâce à la formation mathématique, qualités particulièrement appréciées dans le monde du travail.
Au-delà de ces qualités particulières, le mathématicien, comme tout autre professionnel, travaille en équipe, dialogue avec les autres, communique ses résultats, s'informe...

L'un des plus célèbres nuages interstellaires sombres : la nébuleuse de la tête de cheval, observée au télescope.



© PHOTO : CNRS

Les mathématiques, pour quels métiers ?

› Discrètes… mais partout !

Les secteurs où on les attend…

Plus de la moitié des diplômés de mathématiques sont dans la fonction publique. Parmi ceux-ci, trois sur quatre sont enseignants ; les autres ont choisi la recherche ou ont intégré l'administration à des postes divers.

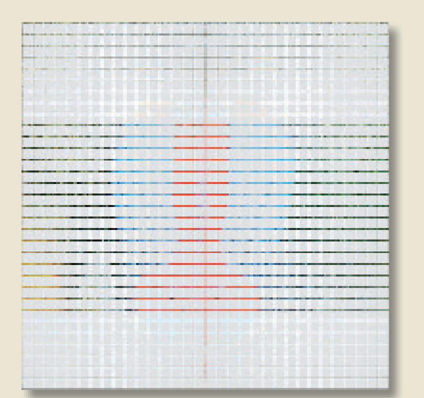
Savez-vous que les mathématiciens ont aussi investi l'industrie et les services ? On estime que les différents types d'emplois qu'ils occupent sont passés d'une centaine à deux mille en vingt ans. Sont en particulier concernés les secteurs banques-finance-assurances, météorologie et espace, transports, médecine et pharmacie.

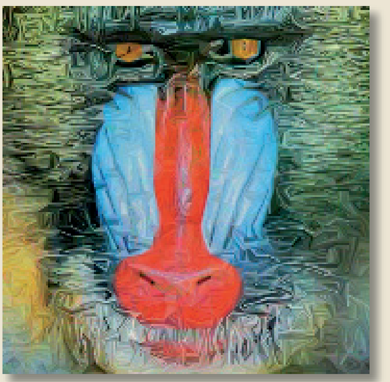
Les secteurs où elles s'invitent…

Dès qu'il s'agit de protection des données (sécurité-cryptographie), de fiabilité-qualité, de transmission d'informations, d'aide à la décision, on fait appel à des mathématiciens. On en rencontre aussi dans des secteurs aussi divers que la communication, les arts, pour des enquêtes policières, ou dans le sport (optimisation des performances des sportifs de haut niveau).

> *« Pendant des siècles, l'astronomie a été principalement consacrée à l'étude des positions des astres dans le ciel, ou mécanique céleste, basée exclusivement sur les mathématiques. L'astrophysique du XXIe siècle continue à utiliser les mathématiques, par exemple pour le calcul des trajectoires des sondes envoyées pour explorer le système solaire, ou pour le traitement des images du ciel obtenues par les télescopes et satellites. »* Florence Durret, astrophysicienne

Spécialistes de la compression des données, de la modélisation et de la simulation numérique, de l'optimisation, de la reconstruction d'images… les mathématiciens sont partout sollicités.





En partant uniquement de l'information contenue dans les bords des carrés de l'image de gauche, on reconstruit l'image de droite par des techniques modernes de calcul des variations.
Ces mêmes techniques ont des applications dans des domaines aussi variés que la retouche de photos numériques, la restauration de vieux films ou la compression d'images.

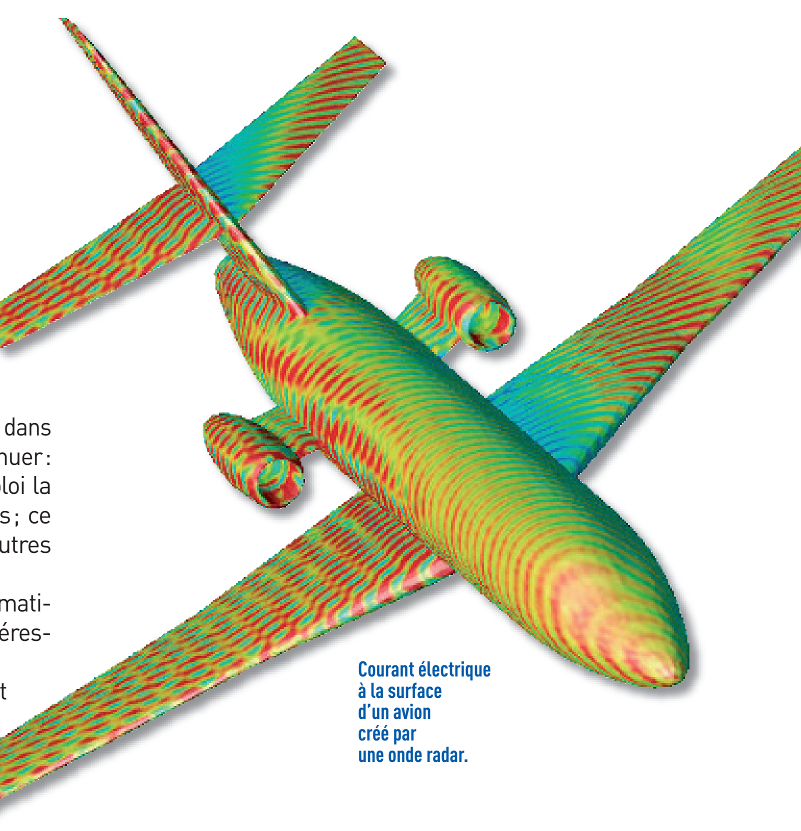
› Des emplois à forte valeur ajoutée

L'enseignement et la recherche sont et resteront créateurs de nombreux emplois. Informatique et R&D (Recherche et Développement) sont les secteurs actuellement porteurs pour les mathématiciens au sein des entreprises industrielles et des services.

Les industries de haute technologie leur offrent aussi des postes attractifs : ce sont l'aéronautique, la recherche pétrolière, l'énergie, la chimie…

› Des opportunités à saisir dans les prochaines années

Des recrutements importants liés à de nombreux départs à la retraite sont prévus, en particulier dans l'enseignement, mais aussi parmi les ingénieurs.
La montée en puissance des besoins en mathématiciens dans les secteurs de l'industrie et des services devrait continuer : 95% des étudiants de niveau bac+5 trouvent un emploi la première année après des études de mathématiques ; ce pourcentage n'est que de 80% pour ceux issus d'autres formations universitaires.
Le secteur privé et le secteur public offrent aux mathématiciens des perspectives de carrières et des salaires intéressants.
Souvent situés à bac+4 et plus, certains emplois sont cependant accessibles dès bac+2 (comme géomètre-topographe avec un BTS) : l'étudiante ou l'étudiant en mathématiques a donc de nombreuses perspectives d'emplois, de bac+2 à bac+8.



Courant électrique à la surface d'un avion créé par une onde radar.

Il n'est pas surprenant de constater dans les pages qui suivent que la statistique est une discipline bien ancrée dans le monde du travail et dans la société. Les sondages dont nous sommes témoins en sont une preuve quotidienne. Cependant, il ne faudrait pas limiter l'impact des mathématiques à cette seule spécialité. La modélisation par des équations, certains résultats de la théorie des nombres, sont par exemple des outils indispensables à la conception et au design de voitures ou d'avions, ou à la cryptographie, pour la transmission fiable des données.
Ce ne sont là que quelques applications des concepts mathématiques dans la vie de tous les jours ; certains portraits s'en font l'écho, mais d'autres utilisations restent encore à découvrir !

SOMMAIRE

LES MATHÉMATIQUES : LES SECTEURS OÙ ON LES ATTEND 6

ENSEIGNEMENT
- Professeure 7

MÉDICAL ET PHARMACEUTIQUE
- Technicienne supérieure dans un établissement de santé 8
- Économétricien dans un laboratoire pharmaceutique 9

BANQUES, FINANCE, ASSURANCES
- Responsable d'une cellule de data-mining 10
- Responsable d'un service de résultats 11
- Responsable des produits structurés actions 12
- Actuaire 13

MÉTÉOROLOGIE ET SPATIAL
- Chargé de recherche en météorologie 14
- Astronome 15

TRANSPORTS
- Analyste gestionnaire de vols 16
- Analyste clientèle automobile 17

LES MATHÉMATIQUES : LES SECTEURS OÙ ELLES S'INVITENT 18

FIABILITÉ-QUALITÉ
- Responsable qualité et sécurité 19
- Ingénieure statisticienne véhicules automobiles 20
- Ingénieure recherche et développement 21

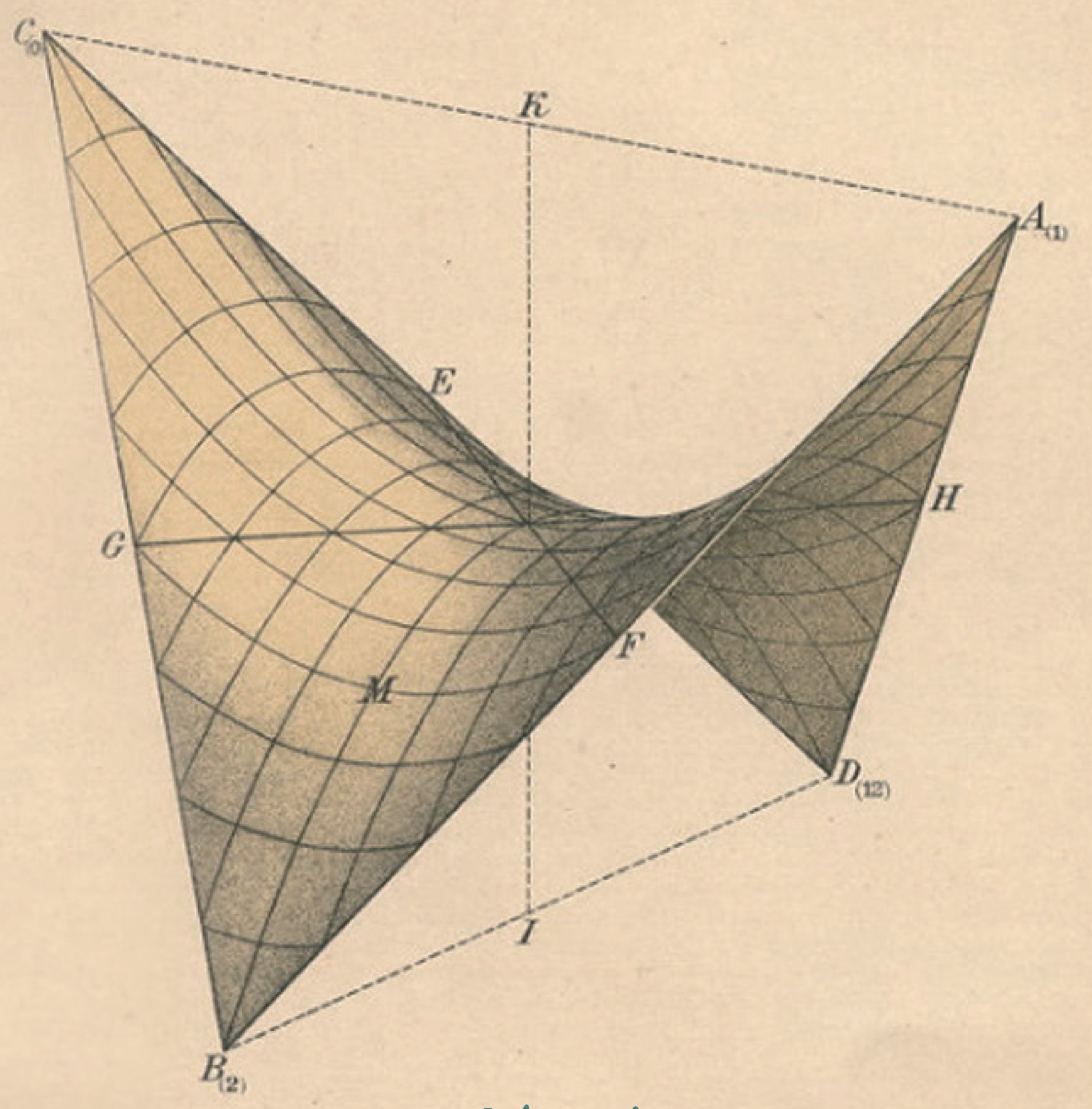
AIDE À LA DÉCISION
- Ingénieur recherche risques industriels 22
- Chef de groupe informatique 23

CRYPTOGRAPHIE ET SÉCURITÉ
- Chef de projet recherche et développement 24
- Ingénieure cryptologue 25

IMAGERIE ET MUSIQUE
- Consultante en imagerie médicale 26
- Chargé de recherche en acoustique musicale 27

Les formations
Les diplômes 28
Le schéma des études 31

Lexique 32



Les Mathématiques :

LES SECTEURS OÙ ON LES ATTEND

En dehors du domaine de l'enseignement, l'industrie et les services offrent aux mathématiciens un éventail ouvert de métiers dans de nombreux secteurs d'activité tels que la médecine et la pharmacie, les banques, la finance et les assurances, la météorologie et l'espace, le transport.

MARYLISE, 39 ANS

Professeure de mathématiques

en collège à Limoges

L'enseignement des mathématiques est considéré comme difficile. Au collège l'enjeu est de taille car il faut introduire les notions fondamentales et éveiller la curiosité des jeunes élèves au raisonnement logique.



Parcours

« Depuis la terminale, j'ai toujours su que je voulais être professeure de mathématiques. Après un bac scientifique, spécialité mathématiques, j'ai effectué mes études à l'université pendant quatre ans ; j'ai obtenu une maîtrise d'ingénierie mathématique. J'avais des facilités dans cette matière et on aime généralement ce que l'on arrive à faire naturellement.
Après un premier échec au CAPES (Certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré), j'ai suivi une préparation qui m'a permis d'être admissible à l'oral. Cependant, pour assurer mon avenir en cas de nouvel échec, et avant les résultats définitifs, j'ai cherché un poste de statisticienne dans une banque.
À la suite d'un entretien, la banque m'a proposé un poste intéressant au niveau de la rémunération. Mais après mon succès au CAPES, sans hésitation, j'ai choisi l'enseignement, malgré les différences de salaires. »

« **J'assure mon enseignement sur la base de dix-huit heures par semaine.** À ce temps passé avec les élèves, il faut ajouter les réunions avec les autres professeurs, les contacts avec les parents d'élèves, la préparation des cours, la correction des copies, la participation aux examens... De plus au collège, on apprend aux élèves à utiliser un mode de pensée et un outil. Il faut leur donner le goût d'une discipline et le faire de manière à ce qu'ils aient une vision positive des mathématiques ; il faut lutter contre le préjugé qui laisserait croire que l'aptitude aux mathématiques est génétique !
Je suis toujours confrontée à la question : «A quoi servent les mathématiques ?». Ma réponse n'est pas simple et pas toujours comprise. Je réponds que les mathématiques participent à l'apprentissage du raisonnement, à l'acquisition de connaissances utiles, mais actuellement les mathématiques sont perçues comme une discipline secondaire permettant de résoudre des exercices ! Malgré les difficultés, mon plaisir consiste à faire comprendre les mathématiques en partant d'exercices tirés de la réalité quotidienne. Ainsi au moment de l'introduction de l'euro j'en ai profité pour leur apprendre à traiter des fonctions ; de même j'essaie de montrer comment l'arithmétique conduit à la cryptographie et à la sécurité des cartes bancaires.
Ce que j'aime dans cette discipline c'est son côté "carré". Les mathématiques paraissent indépendantes des émotions, peut-être à l'opposé du français : un commentaire de texte peut comporter une grande part d'affectif. En début de carrière, il est assez difficile de trouver la bonne réaction face aux interrogations des élèves. Si l'activité mathématique semble éloignée des réactions émotionnelles, l'enseignement des mathématiques est fortement lié aux relations entre l'enseignant et les élèves. Ma première année dans la carrière a été particulièrement éprouvante physiquement et psychologiquement, mais avec le temps j'ai appris à ne pas prendre les élèves de front, à fixer des conventions et à les faire respecter. Mais ces remarques valent dans toutes les matières : un enseignant est aussi un éducateur ! » ■

QUELS DIPLÔMES ?

Bac + 4, licence puis CAPES de mathématiques ou Bac + 5 avec une année de master suivie de l'agrégation de mathématiques

MYRIAM, 27 ANS

Technicienne supérieure

en statistiques dans un établissement de santé en Bretagne



En établissement de santé, le statisticien apporte ses compétences en traitement de l'information auprès des personnels techniques et de santé. Son objectif : fournir des outils d'aide à la réflexion puis à la décision en vue d'une meilleure qualité des soins.

« Pour les directions fonctionnelles – ressources humaines, services gestionnaires et administratifs, je réalise des tableaux de bord concernant l'activité du centre hospitalier (mesure de l'activité des services de médecine avec des indicateurs tels que durée moyenne de séjour ou taux d'occupation des lits) et je réponds à des demandes ponctuelles concernant une problématique particulière (suivi de l'activité d'un nouveau service). À la demande des équipes soignantes, je recherche des indicateurs dans le système d'information dont dispose l'hôpital afin de répondre à leurs questions.

Après avoir collecté et analysé les données, je les présente sous forme de tableaux ou de graphiques. Ceux-ci permettent, par exemple, de justifier des besoins en personnels dans un service ayant une activité importante. Le plus difficile dans mon travail réside justement dans la présentation des données. Car il s'agit de faire parler les chiffres auprès des publics qui ne sont pas familiers avec ce type d'informations. Outre des compétences techniques, mon métier exige des qualités de communication. Il réclame également un sens de l'organisation, car je traite des informations très différentes et souvent en parallèle.

Je participe aussi à la mise en place d'enquêtes internes réalisées à la demande de services de soins ou d'une direction fonctionnelle sur un thème précis. Je m'occupe de la partie technique de l'enquête : mise en place du questionnaire, organisation de la saisie informatique des réponses recueillies et traitement statistique des données suivi de l'édition d'un rapport de résultats. » ■

Parcours

« En terminale, j'ai choisi de poursuivre des études supérieures en DUT STID. J'ai effectué mon stage de deuxième année dans le secteur de la recherche médicale, au sein de l'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) à Paris. Titulaire de mon diplôme, j'ai travaillé dans un établissement de santé pendant un an et demi. Puis, je suis partie en Angleterre où j'ai préparé un diplôme de langues étrangères tout en travaillant dans une société de statistiques au service de laboratoires pharmaceutiques. J'écrivais des programmes informatiques pour réaliser des tableaux de bord permettant aux biostatisticiens d'évaluer l'efficacité de nouveaux médicaments. Par la suite, j'ai repris mes études en préparant une licence en marketing. Après un stage dans l'industrie agroalimentaire, j'ai été embauchée par un établissement de santé. En termes d'objectifs, mon travail n'a rien à voir avec le marketing ; en revanche, je me sers des mêmes connaissances, en particulier des statistiques pour l'aide à la décision. »

> Biostatisticien
Personne qui utilise les techniques statistiques pour rendre compte de phénomènes biologiques ; en particulier, pour connaître l'efficacité d'un médicament, prévoir le développement d'une épidémie, préciser les lois de l'hérédité, etc.

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 3, licence professionnelle économie et gestion ou sciences et technologies ou statistique décisionnelle en marketing



Parcours

« Après un bac scientifique et deux années de classes préparatoires, j'ai intégré l'ENSAI. En troisième année, j'ai choisi l'option « statistiques pour les sciences de la vie ». La biologie était plus qu'un choix : une évidence ! Ce domaine d'application des statistiques me passionnait et me passionne toujours, beaucoup plus que l'ingénierie financière. Après mon stage de fin d'études au laboratoire de Santé Publique de la Faculté de médecine de Marseille, j'ai enchaîné avec un DEA d'Économie de la Santé qui m'a permis de continuer à travailler dans ce laboratoire comme statisticien ; j'y suis resté pendant trois ans. Puis j'ai changé d'horizon en choisissant l'industrie pharmaceutique, dans un premier temps par le biais d'une société prestataire de service, et maintenant au sein du laboratoire Lundbeck. »

CHRISTOPHE, 32 ANS

Économétricien

Laboratoire pharmaceutique Lundbeck, département Économie de la santé/Épidémiologie

En bout de chaîne du développement des médicaments, l'économétricien produit de l'information scientifique pour la négociation du prix et du remboursement de nouveaux médicaments entre le laboratoire et les autorités de santé.

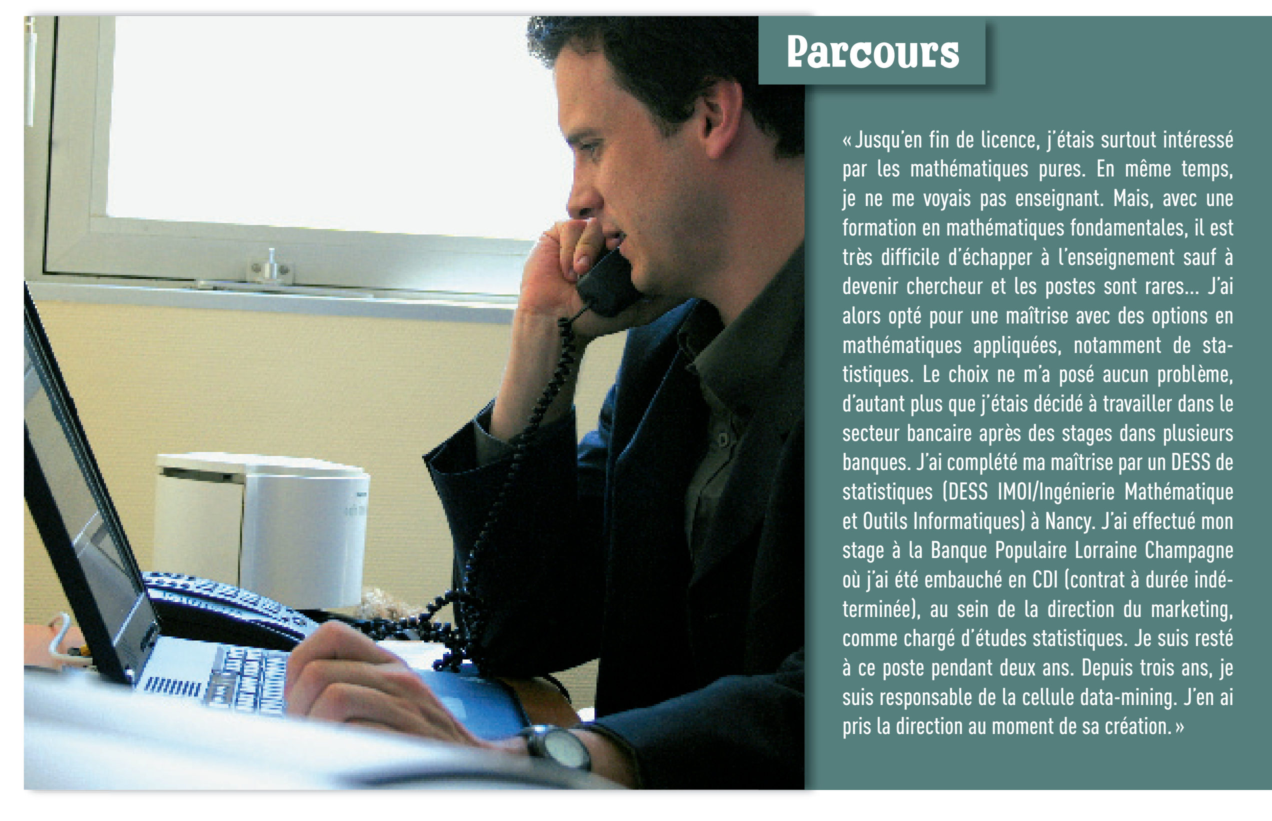
« Statisticien en économie de la santé, ma mission est double : d'abord, l'analyse d'études cliniques, puis la modélisation pharmaco-économique. Mais ces deux activités visent un même objectif : évaluer l'efficacité de nouveaux médicaments et aider à la prise de décision (prix et taux de remboursement) lors de la négociation entre le laboratoire et les autorités de santé.

Dans la partie analyse, je travaille sur des données collectées au cours des essais de phase III. Dans la négociation du prix et du taux de remboursement d'un nouveau médicament, montrer au moins un bénéfice additionnel par rapport aux produits déjà présents sur le marché est un argument important. Je travaille également sur des études menées auprès de la totalité des patients qui suivent le traitement. Une fois le produit commercialisé, il s'agit de vérifier, en conditions réelles, son efficacité et sa tolérance établies à titre expérimental par les essais de phase III et de connaître son usage véritable.

Dans la partie modélisation, j'estime l'efficacité de nouveaux médicaments par rapport aux autres produits disponibles sur le marché, non seulement en termes d'amélioration de la santé des patients mais aussi en termes de coûts pour l'assurance maladie. D'abord, je simule des cohortes de patients afin de mesurer l'efficacité thérapeutique de ces nouveaux produits. À partir de la modélisation, je croise les informations d'efficacité thérapeutique avec des données de coût pour l'assurance maladie. Pour la négociation des prix et des taux de remboursement, l'objectif de la modélisation est d'apporter des arguments complémentaires de type prédictif à ceux fournis par les études cliniques. » ■

> Phase III
Tests réalisés sur de grands échantillons de sujets malades afin de confirmer l'efficacité d'un nouveau médicament déjà testée sur un échantillon restreint ; l'homologation d'un médicament nécessite un protocole en 4 phases.

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, master d'ingénierie statistique appliquée au secteur de la santé, diplôme de l'ENSAI ou de l'ISUP



Parcours

« Jusqu'en fin de licence, j'étais surtout intéressé par les mathématiques pures. En même temps, je ne me voyais pas enseignant. Mais, avec une formation en mathématiques fondamentales, il est très difficile d'échapper à l'enseignement sauf à devenir chercheur et les postes sont rares... J'ai alors opté pour une maîtrise avec des options en mathématiques appliquées, notamment de statistiques. Le choix ne m'a posé aucun problème, d'autant plus que j'étais décidé à travailler dans le secteur bancaire après des stages dans plusieurs banques. J'ai complété ma maîtrise par un DESS de statistiques (DESS IMOI/Ingénierie Mathématique et Outils Informatiques) à Nancy. J'ai effectué mon stage à la Banque Populaire Lorraine Champagne où j'ai été embauché en CDI (contrat à durée indéterminée), au sein de la direction du marketing, comme chargé d'études statistiques. Je suis resté à ce poste pendant deux ans. Depuis trois ans, je suis responsable de la cellule data-mining. J'en ai pris la direction au moment de sa création. »

YANNICK, 28 ANS

Responsable de la cellule data-mining

Direction Finances et Études Stratégiques, Banque Populaire Lorraine Champagne

Force de propositions pour la direction du marketing, le responsable de la cellule data-mining jongle entre missions de management, de communication et études statistiques.

« **Je dirige une équipe de quatre personnes chargées d'exploiter la base de données regroupant les différentes informations sur les clients de la banque** (fouille des données ou « data-mining »). Un premier objectif consiste à apporter des outils décisionnels aux chargés de clientèle. Par exemple, dégager les éléments les plus pertinents sur la situation bancaire des clients à contacter ou repérer les clients dont les comptes présentent de gros mouvements afin de les alerter. Le second objectif vise à mieux cibler nos actions commerciales et nos campagnes marketing. Il s'agit là de classer nos clients en différents groupes selon leur capacité bancaire afin de leur proposer des produits financiers adaptés à leurs besoins ou d'affecter nos chargés de clientèle spécialisés dans certains produits financiers sur les profils de clientèle susceptible d'être intéressée. Le troisième objectif est de permettre une évaluation rationnelle du caractère saisonnier de nos objectifs commerciaux. Par exemple, prévoir le nombre de cartes bancaires que doit avoir vendu fin juin un chargé de clientèle qui doit en vendre cent à l'année.

Je consacre l'essentiel de mon temps au management et à la communication. Le reste est consacré aux études statistiques dont je m'occupais déjà dans ma précédente fonction de chargé d'études statistiques en marketing. En tant que manager, mon activité est celle d'un chef de projet (organisation des plannings, suivi du budget, comptes rendus auprès de ma hiérarchie...).

En tant que chargé de communication, je valorise les travaux menés par mon équipe. Réaliser des études statistiques, c'est bien ; quand elles servent, c'est mieux ! J'entretiens donc de nombreux contacts avec les responsables de la banque, les chargés d'études statistiques en marketing, les chargés de clientèle, les membres du réseau. Je rends également compte de mon expérience à la banque fédérale, la Banque Populaire Lorraine Champagne étant une des seules banques du Groupe à disposer d'une cellule de data-mining. » ■

> Management
Ensemble des techniques d'organisation et de gestion d'une affaire, d'une entreprise.

> Marketing
Ensemble des techniques et méthodes ayant pour objet la stratégie commerciale dans tous ses aspects et notamment l'étude des marchés commerciaux.

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, master de mathématiques avec une spécialisation en statistiques, diplôme de l'ENSAI ou de l'ISUP

LAURENCE, 36 ANS

Responsable du service des résultats

Ixis Corporate & Investment Bank

Entre gestion de projets et direction d'équipe, le responsable du service des résultats doit, au quotidien, prendre les bonnes décisions au bon moment et établir des priorités dans l'organisation du travail.



« **Je dirige le service chargé de calculer les résultats de la salle des marchés de la banque.** Dans ses grandes lignes, ce service d'une cinquantaine de collaborateurs calcule en temps réel les résultats liés aux transactions réalisées par les opérateurs du front-office (produits financiers sur actions, indices, taux d'intérêt…) et analyse les variations de ces résultats en fonction des évolutions des paramètres du marché, des nouvelles opérations traitées…. Son activité fait l'objet d'un bilan quotidien adressé aux responsables du front-office et publié dans les comptes de la banque lors des travaux mensuels d'arrêté.

Je gère des projets et je dirige une équipe. En tant que responsable de projets, je suis chargée de faire évoluer les outils informatiques ; à ce titre, je coordonne l'activité de l'équipe de maîtrise d'ouvrage et celle de l'équipe de maîtrise d'œuvre. En tant que responsable d'une équipe, j'organise le travail de mes collaborateurs ; outre la gestion des plannings, je guide leurs travaux et je les épaule lorsqu'ils rencontrent des difficultés. Je dois aussi chercher à évaluer leurs performances et à valoriser leurs compétences. Par ailleurs, je connais bien le métier de mes collaborateurs, les produits et les marchés financiers ainsi que les modèles mathématiques de valorisation de ces produits en fonction de l'évolution des paramètres du marché.

Je rends compte de l'activité du service auprès du directoire de la banque. Notamment, je dois assumer les décisions que je prends en relation avec les travaux demandés à mes collaborateurs et justifier de mes choix de priorités. »

> Front-office
Ensemble des opérateurs au contact des clients.

> Maîtrise d'ouvrage
Conception d'un outil, d'un projet, en fonction de la demande du client.

> Maîtrise d'œuvre
Réalisation de l'outil, du projet, selon les spécifications définies par la maîtrise d'œuvrage.

Parcours

« Après deux années de classes préparatoires, j'ai intégré l'ENSIMAG (École nationale supérieure d'informatique et de mathématiques appliquées) de Grenoble. En troisième année, j'ai choisi l'option finance qui m'intéressait plus que celle consacrée à l'informatique pure. Titulaire d'un diplôme d'ingénieur, j'ai été embauchée au département des activités de marché de la Caisse des Dépôts dans une équipe chargée de construire un outil de mesure des risques de marché. Au bout de quatre ans, j'ai évolué vers une mission consistant à faire le lien entre la partie risque et la partie résultats de produits financiers complexes. Un an plus tard, j'ai pris la responsabilité du contrôle des résultats. Trois ans après, je suis devenue responsable adjointe d'une nouvelle entité née de la fusion entre le contrôle des risques et le contrôle des résultats ; je suis restée quatre ans à ce poste. Actuellement, je suis responsable du nouveau service qui regroupe les différentes fonctions de résultats de la banque jusqu'alors réparties dans plusieurs services : calcul et contrôle des résultats économiques, rapprochement entre les résultats économiques et les résultats comptables, mesure de l'activité commerciale de la banque… »

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, master de mathématiques financières

KARINE, 33 ANS

Responsable des produits structurés actions

Morgan Stanley, Londres



Parcours

« J'ai commencé ma carrière dans la recherche. J'ai suivi des études de mathématiques à l'université, jusqu'à un DEA d'Analyse Numérique, puis un doctorat en Élasticité Mathématique. Après avoir exercé en tant qu'assistante a l'Université, j'ai décidé de me tourner vers le monde du conseil qui m'a permis de connaître des industries différentes tout en résolvant des problèmes variés d'organisation, de production, de comptabilité, de gestion d'équipes ... Chez Oracle, à l'époque la plus grande compagnie de software au monde, mon travail au sein du département de conseil m'a permis de développer un sens du relationnel client, ainsi qu'une bonne expertise des processus ERP (Enterprise Resource Planning). Par la suite, j'ai obtenu un MBA (Master of Business and Administration) à l'INSEAD (Institut européen d'administration des affaires), où j'ai étudié entre Fontainebleau et Singapour. Ce fut une formidable expérience, tant sur le plan professionnel que personnel. J'ai accédé au programme d'été pour MBA de Morgan Stanley, à la suite duquel je suis restée avec un contrat de travail à durée indéterminée. »

Au cœur de ce métier, des compétences variées entre maîtrise de l'analyse financière, esprit d'entreprenariat et sens du relationnel.

« **Je crée des produits financiers structurés et j'organise la stratégie marketing et la vente de ces produits.** Mes clients sont principalement des banquiers et des conseillers financiers qui à leur tour vendent nos produits à leurs propres clients. Ces derniers se trouvent en Europe et au Moyen-Orient. Les produits structurés constituent un sous-ensemble des outils financiers construits à partir d'ensemble d'actions, d'obligations, de taux d'intérêt, taux de change et autres éléments de la vie financière. Ils correspondent chacun à un choix ou à une stratégie d'investissement, de couverture, d'assurance. Ainsi, beaucoup de nos clients nous demandent des outils pour couvrir le risque de leur portefeuille d'actions. Nous développons donc de nombreux outils de modélisation financière que nous adaptons au cas par cas. La partie marketing de mon métier consiste à développer de nouvelles lignes de produits, à définir leur positionnement au sein du marché, à étudier notre rentabilité ainsi qu'à réactualiser régulièrement notre base de clients.
Outre une bonne connaissance des outils financiers, mon métier exige d'excellentes compétences en stratégie des affaires, une passion pour le travail en groupe et un sens du relationnel très développé. Un esprit d'initiative et d'entreprenariat est indispensable, mais inutile sans une bonne liaison avec les autres groupes de la salle, les traders en particuliers. Savoir créer et maintenir une relation client est la base du métier. La vision stratégique permet de construire une carrière dans ce métier : savoir reconnaître les opportunités et les zones de croissance, comprendre les spécificités géographiques, positionner les produits de manière à optimiser les revenus.
C'est un métier très intense avec des journées bien remplies, mais aussi très valorisant sur le plan personnel et financier. C'est aussi un travail où l'on est très rapidement autonome avec d'importantes responsabilités. »

> Trader
Négociateur de valeurs engagé par une banque ou une société de bourse.

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 8, doctorat de mathématiques appliquées



JEAN-PAUL, 29 ANS

Actuaire

Société BNP Paribas Assurances

Métier traditionnel de l'assureur, l'actuaire met en œuvre des compétences en probabilités et en statistiques pour maîtriser l'aléatoire dans les contrats d'assurance afin de minimiser les pertes financières et dégager des bénéfices.

« **Je gère le risque dans l'assurance prévoyance-incapacité de travail, invalidité, chômage.** Ma spécialité consiste à établir des modèles probabilistes destinés à assurer la couverture financière des contrats d'assurance prévoyance gérés par la société. Je travaille sur des concepts qui permettent de calculer la valeur que représentent les assurés de l'entreprise. La valeur des assurés est une donnée calculée à partir de l'actif de la société (différents produits financiers), mais aussi à partir de probabilités de l'état de santé de chacun des assurés (vie, décès, incapacité de travail, invalidité, etc.).

Je travaille sur les processus stochastiques à partir de données statistiques sur les risques. Pour établir un modèle probabiliste de la valeur du portefeuille d'assurés de la société, je détermine les paramètres essentiels à partir de données passées. Ensuite, je prévois la valeur de ce portefeuille pour chacun des scénarios qui pourraient se produire sur la durée des contrats souscrits. La moyenne de ces différentes valeurs donne la valeur probable du portefeuille dans le futur jusqu'à extinction des contrats.

Je suis un actuaire plutôt orienté ingénierie financière, d'autres ont un profil plus traditionnel de statisticien. L'émergence de compétences en mathématiques financières dans l'actuariat est liée à l'essor des produits financiers complexes proposés par les sociétés d'assurances et à la mise en place de nouvelles normes. Mais le cœur du métier reste toujours le calcul statistique des risques, la réglementation fondée sur le droit de l'assurance et la tarification du contrat pour dégager un bénéfice. » ■

> Actuaire
Technicien de l'assurance, il réalise des études économiques, financières et statistiques, dans le but de mettre au point ou de modifier des contrats d'assurance.

> Processus stochastiques
Processus qui permettent de modéliser des systèmes dont le comportement n'est que partiellement prévisible.

> Trader
Négociateur de valeurs engagé par une banque ou une société de bourse.

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, diplôme d'actuaire ou spécialisation en actuariat proposée par certaines écoles d'ingénieurs ou de commerce et par l'ENSAE.

Parcours

« Après une maîtrise de mathématiques pures, j'hésitais entre un DESS d'ingénierie financière et un DEA suivi d'une thèse. Au départ, je pensais à une carrière de chercheur en analyse numérique ou en probabilités. Sur les conseils du responsable du LAMFA (Laboratoire amiénois de mathématique fondamentale et appliquée) où je donne actuellement des cours en mathématiques financières, j'ai finalement opté pour le DESS. Je me suis laissé convaincre d'autant plus facilement que je « boursicotais » un peu en amateur. J'ai commencé ma carrière comme ingénieur financier à la Compagnie financière Edmond de Rothschild, dans le service risque et management. J'étais chargé de créer un outil pour gérer certains risques des traders. Puis j'ai travaillé dans le cabinet d'audit et de conseil en actuariat PricewaterhouseCoopers où l'on m'a proposé de compléter mon cursus avec un diplôme d'actuaire. J'ai donc suivi les cours du magistère d'actuariat au CNAM (Conservatoire national des arts et métiers). Il me reste encore à valider le mémoire pour devenir officiellement actuaire. Entre-temps, j'ai été embauché par la société BNP Paribas Assurances. »



Parcours

« Après les classes préparatoires, j'ai intégré l'École centrale de Lille avec le projet de me spécialiser dans les télécommunications. En deuxième année, l'océanographie est entrée dans ma vie par le biais d'une conférence de l'IFREMER (Institut français pour l'exploitation de la mer). De l'océanographie à la météorologie, il n'y a qu'un petit pas à franchir... En troisième année, j'ai suivi l'option océan à l'École centrale de Paris. Simultanément, j'ai préparé un DEA d'océanographie, météorologie, environnement à l'université Paris VI. Après un doctorat suivi d'un post-doc en partie aux États-Unis à l'université de Washington, j'ai été recruté comme chargé de recherche au CNRS (Centre national de la recherche scientifique). Parallèlement à mon activité de chercheur où je travaille actuellement sur un projet d'études, de niveau international, sur le climat méditerranéen, je m'investis dans des actions de vulgarisation scientifique auprès des publics scolaires ; j'ai également le projet d'écrire un ouvrage grand public sur le mistral que j'ai étudié pendant longtemps. »

PHILIPPE, 34 ANS

Chargé de recherche en météorologie

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), service d'aéronomie

En amont de la prévision, le chercheur en météorologie dynamique étudie les phénomènes atmosphériques. Son objectif : les modéliser afin d'améliorer les prévisions météorologiques.

« **Sur le terrain et en laboratoire, j'étudie les phénomènes atmosphériques.** Ces phénomènes sont engendrés par la circulation de l'air dans l'atmosphère notamment sous l'effet du rayonnement solaire et du relief. Mon objectif est d'améliorer les modèles qui rendent compte de leur fonctionnement – certains mécanismes n'étant que partiellement compris et d'autres encore inconnus. Sur le terrain, j'effectue des séries de mesures avec des instruments de haute technologie, par exemple des sondes laser ou radar. Ces données analysées, j'obtiens des « images » qui représentent la réalité du phénomène dans sa complexité ; à partir de là, je repère des événements inattendus qui témoignent de mécanismes que je ne comprends pas toujours. Au laboratoire, je représente le phénomène à l'aide d'un modèle ; si le modèle traduit correctement le phénomène, je peux identifier des mécanismes qui produisent ces événements inattendus. Si le modèle ne restitue pas le phénomène, je recherche des mécanismes qui font défaut. Autrement dit, les phénomènes physiques ou les équations à ajouter au modèle.

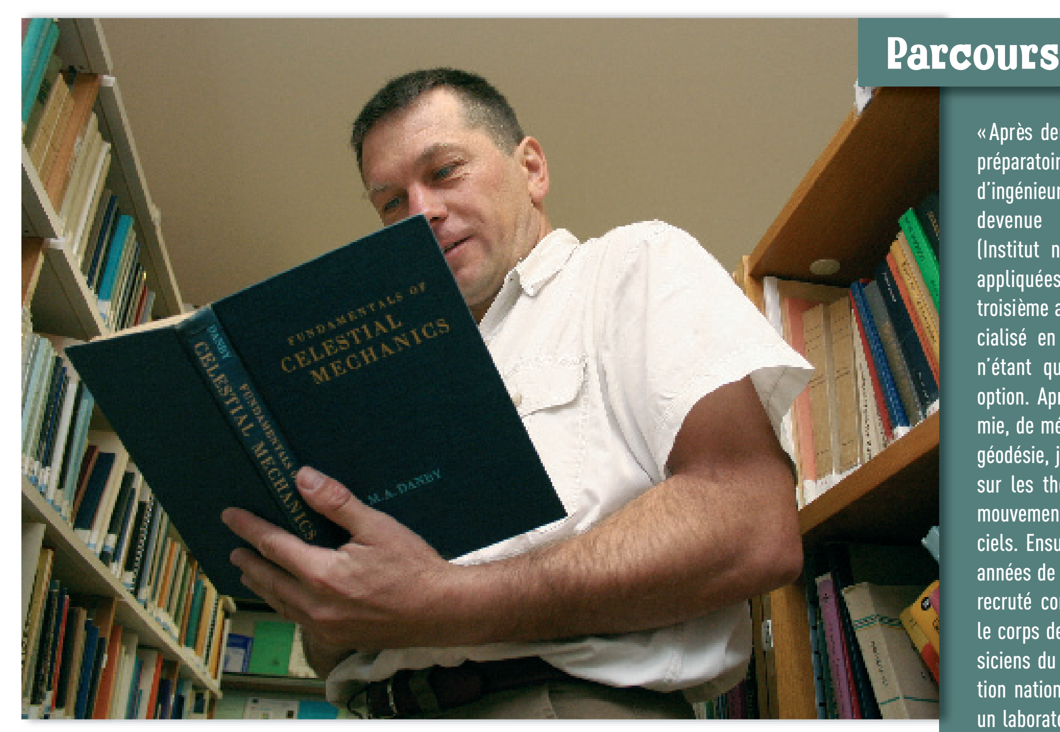
Mes recherches contribuent aux avancées dans l'étude du climat. Elles permettent également d'améliorer la définition des modèles de prévision numérique établis par les laboratoires de recherche et par Météo France. Dans un modèle de prévision météorologique, l'atmosphère est découpée en boîtes dont la taille peut aller d'une dizaine à une centaine de kilomètres de côté ; le modèle ne peut simuler que les phénomènes dont la taille est supérieure à celle des boîtes. Or, de nombreux mécanismes atmosphériques - formation des nuages, brouillards, orages, tornades... - se situent à une échelle inférieure à la taille des boîtes. Comme le modèle ne peut pas prévoir ce qui se passe à l'intérieur des boîtes, il faut ajouter des informations sous forme d'équations mathématiques les plus simples possibles ; la puissance de calcul des ordinateurs ayant des limites. » ■

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 8, doctorat à la suite d'un master recherche orienté modélisation mathématique et calcul scientifique ou océanographie et météorologie

GILLES, 43 ANS

Astronome

Centre de recherche de l'Observatoire de la Côte d'Azur, laboratoire GEMINI, Grasse



Parcours

« Après deux années en classes préparatoires, j'ai fait des études d'ingénieur au sein de l'ENSAIS devenue entre-temps, l'INSA (Institut national des sciences appliquées) de Strasbourg. En troisième année, je me suis spécialisé en géodésie ; le spatial n'étant qu'un aspect de cette option. Après un DEA d'astronomie, de mécanique céleste et de géodésie, j'ai obtenu un doctorat sur les théories analytiques du mouvement des satellites artificiels. Ensuite, j'ai effectué deux années de post-doc. Puis j'ai été recruté comme astronome dans le corps des astronomes et physiciens du ministère de l'Éducation nationale. Je travaille dans un laboratoire rattaché au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), une unité mixte de recherche (UMR) composée de chercheurs du CNRS, d'astronomes relevant du ministère de l'Éducation nationale, d'enseignants chercheurs de l'université et de techniciens. »

Lorsqu'il est spécialisé en géodésie spatiale et orbitographie, l'astronome se consacre à la mécanique céleste des satellites artificiels en rotation autour de la Terre.

> Géodésie spatiale
Science utilisant les satellites artificiels pour déterminer la forme, les dimensions et le champ de gravité de la Terre.

> Orbitographie
Étude du mouvement des corps célestes, dont les satellites artificiels.

> Effet Lense-Thirring
La théorie de la relativité générale d'Einstein prévoit qu'un corps massif en rotation « entraîne » très partiellement le repère de référence dans sa rotation.

> Satellite altimétrique
Satellite qui mesure au moyen d'un radar son altitude par rapport à la surface des océans.

> Principe d'équivalence
Principe énoncé par Einstein qui postule l'égalité entre la masse inerte et la masse grave d'un corps.

« J'étudie la trajectoire - ou mouvement orbital - des satellites artificiels en rotation autour de la Terre afin d'établir des modèles de trajectoire d'une très grande précision. Les principes de calcul du mouvement orbital d'un satellite sont relativement simples et connus depuis longtemps ; ils s'appuient sur les lois de la gravitation exprimées en équations mathématiques (lois de Newton et de Kepler). Dans la réalité, le calcul est beaucoup plus complexe car il faut tenir compte des écarts d'orbite dus aux variations du champ de gravité de la Terre. La répartition de ces variations n'étant connue que partiellement, on procède par estimation en confrontant les calculs théoriques aux données obtenues par l'observation du mouvement des satellites. Cette confrontation aux observations est aussi un moyen de découvrir ou de confirmer des phénomènes encore plus subtils, comme l'effet Lense-Thirring, détecté très récemment grâce à l'observation par télémétrie laser du mouvement de deux satellites artificiels de la Terre lancés en 1976 et 1992.

Le plus souvent, je travaille sur des missions spatiales d'observation de la Terre et de son environnement. Cela comprend, par exemple, l'étalonnage et la validation des calculs d'orbites de satellites altimétriques destinés à la mesure du niveau des océans. De plus en plus, j'apporte mon concours à des missions de physique fondamentale dans l'espace ; actuellement, je suis sur un projet de satellite destiné à tester le principe d'équivalence. En d'autres termes, il s'agit de vérifier ou infirmer l'universalité de la chute libre. À cet égard, l'espace est un laboratoire idéal puisque le vide y est presque parfait.

En ce moment, mon travail est de prévoir et d'estimer tous les paramètres orbitaux nécessaires à la réussite de l'expérience, puis ce sera l'analyse des mesures effectuées par traitement du signal pour constater si le principe d'équivalence est vérifié. » ■

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 8, doctorat à la suite d'un master recherche en astronomie/astrophysique



Parcours

« Après le bac, j'ai poursuivi mes études en DUT STID à l'IUT de Vannes. Comme le transport aérien m'intéressait, j'ai adressé des candidatures spontanées à différentes compagnies. Un poste se libérant chez Régional, j'ai été embauché. J'ai été testé sur ma capacité à me remettre en question, sur ma maîtrise des statistiques et de l'outil informatique, ainsi que sur le contenu de mon stage de deuxième année de DUT. J'avais travaillé dans le secteur de l'aéronautique, plus précisément chez Airbus, pour créer une base de données sur la qualité de la production. Dans le service, les analystes présentent des profils variés : certains sont des statisticiens, d'autres viennent d'une formation commerciale ou d'une formation spécialisée dans le transport. Quelques-uns sont issus de la promotion interne. »

EMMANUEL, 23 ANS

Analyste gestionnaire de vols

Compagnie Régional, aéroport de Nantes

Grâce à des outils d'aide à la décision, l'analyste gestionnaire de vols cherche à optimiser le chiffre d'affaires de la compagnie. Une devise : le bon prix, pour le bon client, au bon moment.

« **Sur un portefeuille de huit lignes aériennes, je suis chargé d'optimiser la recette des vols.** Selon le profil de clientèle attendue, j'évalue pour chaque vol le nombre de places à attribuer par type de réservations : de la catégorie « affaires » pour le tarif le plus élevé jusqu'à la catégorie « économique » pour le tarif le plus bas. En fonction des réservations effectuées, jour après jour, je procède au réajustement de cette répartition. J'utilise principalement le logiciel Airmax, outil d'aide à la décision développé par Air France. À partir de l'historique des vols et des réservations déjà enregistrées, le logiciel propose le nombre de places qu'il attend encore pour chaque catégorie de tarif. Si je suis en désaccord avec la proposition formulée, je peux reprendre la main grâce à des interfaces informatiques comme Alpha3 et Amadeus.

Je travaille au sein d'une équipe composée d'un responsable, d'une douzaine d'analystes gestionnaires de vols, d'un gestionnaire des demandes de groupes, de deux spécialistes de la tarification et d'un assistant maître d'ouvrage pour toute la partie informatique. Je suis également en relation avec nos commerciaux, les agences de voyages d'Air France. Toutes nos réservations se font sous un numéro de vol Air France ; c'est le propre des vols franchisés.

Outre l'intérêt pour les chiffres, mon métier demande des qualités relationnelles et une certaine réactivité. Le transport aérien est un secteur très évolutif ; selon les périodes de l'année, nous enregistrons plus ou moins de réservations. Par ailleurs, les compagnies aériennes ne sont pas immuables ; certaines disparaissent, d'autres se créent sur de nouveaux créneaux ; par fusion, quelques-unes renaissent sous de nouveaux « labels ». ■

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 2, DUT ou licence de mathématiques orientée vers les statistiques

STÉPHANIE, 28 ANS

Analyste clientèle

Groupe Renault, Direction du produit, Direction des études et recherche clientèle

À partir d'enquêtes et de questionnaires, l'analyste clientèle cherche à comprendre les comportements et les besoins des clients pour concevoir des voitures qui les séduisent.

« En amont de la conception des véhicules, je réalise des analyses statistiques afin de connaître mais aussi d'anticiper les attentes des clients. D'une part, j'effectue des études de positionnement et de satisfaction qui visent à identifier les différents profils de la clientèle et leurs motivations d'achat ainsi que leurs besoins et leurs comportements. D'autre part, je mène des analyses qui ont pour objectif de déterminer les grands groupes de clients sur chacun des marchés.

De manière générale, les enquêtes font appel aux techniques de sondage pour obtenir les échantillons les plus représentatifs. Ensuite, à partir de différentes méthodes de tri, nous réalisons les études de positionnement (place de la marque et de ses modèles par rapport à la concurrence) et les études de satisfaction (points positifs et négatifs, critères de sélection). D'un point de vue statistique, ces concepts sont assez fondamentaux. Ce qui importe ici, ce sont tous les graphiques que l'on construit à partir de ces données afin de visualiser les résultats et d'en extraire les plus pertinents.

Concernant les analyses de marché, j'ai recours aux méthodes de tri s'il s'agit d'obtenir une batterie d'indices sur le profil des clients d'un segment donné : sexe, âge, zone géographique, catégorie socioprofessionnelle, première ou seconde voiture du foyer, modèles d'hésitation… Pour constituer des groupes de clients, j'utilise des techniques plus sophistiquées qui appartiennent à l'analyse des données ou analyse multidimensionnelle. Je me sers aussi beaucoup de la régression, car de nombreuses variables sont corrélées entre elles. »

> Analyse des données
Traitement et synthèse de l'information provenant de tableaux de données de grande taille.

> Analyse multidimensionnelle
Cas particulier d'analyse de données consistant à traiter des tableaux de données de types différents (données quantitatives, données booléennes…).

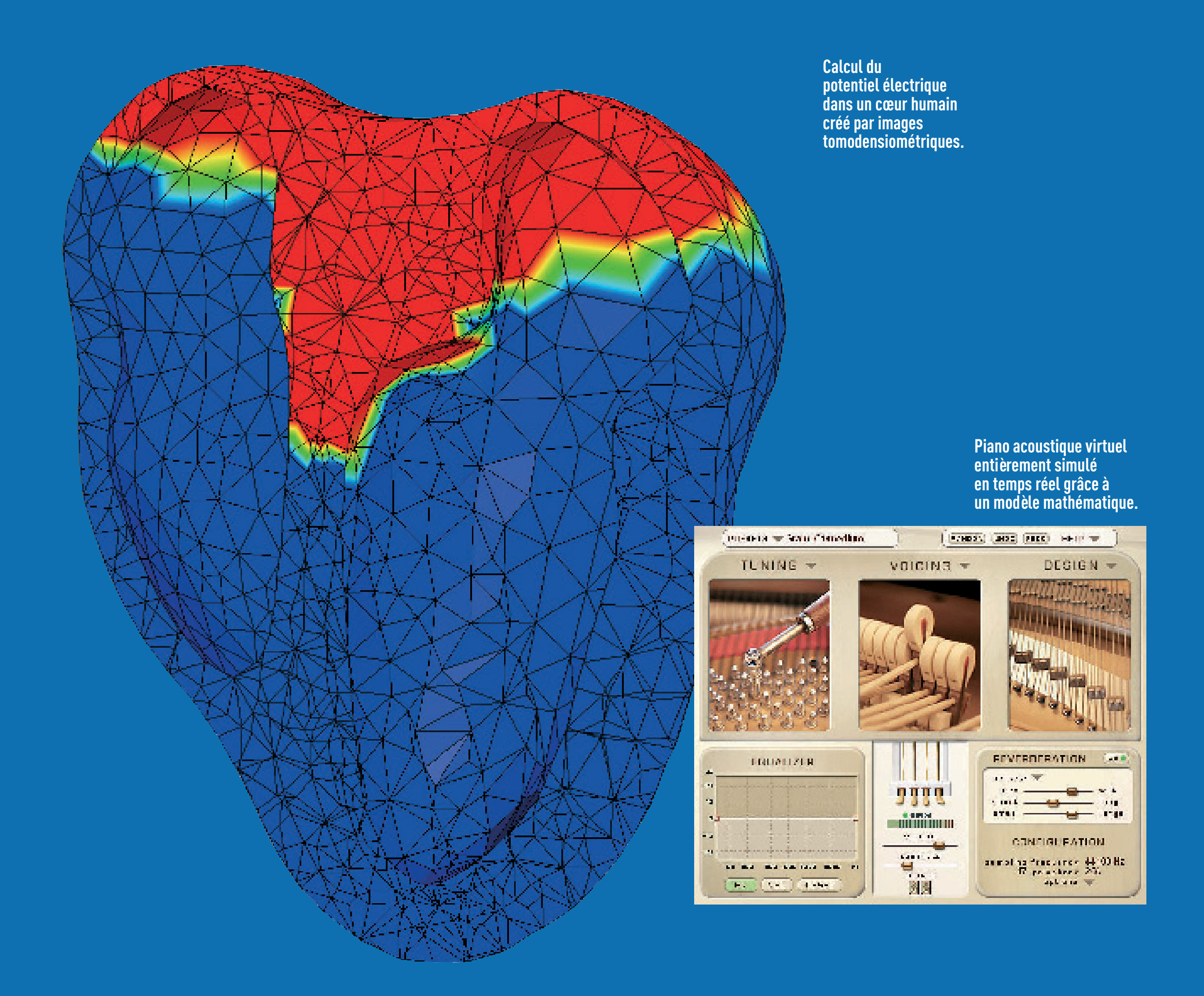
> Régression
Méthode mathématique permettant de voir s'il existe une relation entre différentes grandeurs ; par exemple, entre la taille d'un enfant et son âge.

> Modèles stochastiques
Modèles pour les phénomènes physiques, économiques, biologiques, etc. qui dépendent à la fois du temps et du hasard. On les utilise, par exemple, pour décrire les cours boursiers et les fluides turbulents.

Parcours

« Après un DEUG MIAS (Mathématiques, informatique et application aux sciences), puis une licence de mathématiques, j'ai obtenu une maîtrise d'ingénierie mathématique au Mans. Les mathématiques fondamentales me semblaient trop abstraites. J'ai poursuivi avec un DESS de mathématiques appliquées, filière statistiques et modèles stochastiques, à Rennes. J'avais pris goût aux statistiques grâce à un module important du programme de maîtrise. Comme je suis passionnée d'automobiles, j'ai postulé chez les constructeurs automobiles français pour mon stage de DESS. J'ai eu la chance d'obtenir un stage chez Renault. Pendant six mois, j'ai travaillé sur un questionnaire envoyé à des acheteurs de véhicules neufs. À la fin de mon stage, un poste se libérant au sein de l'équipe, j'ai été embauchée en CDI (contrat à durée indéterminée). »

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, master de mathématiques avec une spécialisation en statistiques, diplôme de l'ENSAI ou de l'ISUP.



Calcul du potentiel électrique dans un cœur humain créé par images tomodensiométriques.

Piano acoustique virtuel entièrement simulé en temps réel grâce à un modèle mathématique.

Les Mathématiques :

LES SECTEURS OÙ ELLES S'INVITENT

Fiabilité et qualité, aide à la décision, cryptographie et sécurité, recherche en imagerie médicale et en acoustique musicale : autant de secteurs de l'industrie et des services où les diplômés de mathématiques occupent une place de plus en plus importante !

SOPHIE, 24 ANS

Responsable qualité et sécurité

Centre de Traitement du Courrier de La Poste à Nantes



Parcours

« Après le bac, j'ai poursuivi mes études en DUT STID à l'IUT de Vannes. Dans cet établissement, j'ai complété ma formation avec une Licence professionnelle en marketing. En région parisienne, j'ai débuté par un stage de quatre mois dans une société d'assurances - GAN Patrimoine - stage transformé en un CDD (contrat à durée déterminée) de quatre mois. J'ai travaillé sur des bases de données pour définir les profils de clientèle correspondants aux différents produits financiers. Puis, j'ai été recrutée à la Poste comme chargée d'études en qualité de service au Courrier International ; ma mission consistait à traiter les mesures des panélistes : par exemple, calculer les délais d'acheminement du courrier en fonction du pays de provenance. Au bout de trois ans est née une frustration liée au fait que je fournissais des chiffres, beaucoup de chiffres, mais que je ne savais pas à quoi servaient ces masses de données quantitatives. Comme le poste que j'occupe actuellement se libérait et qu'il correspondait exactement à ce que je cherchais, j'ai postulé et j'ai été nommée. »

Analyser l'information pour améliorer le traitement du courrier, veiller à l'application des mesures de sécurité : telle est la double mission du responsable qualité et sécurité.

« **Analyse statistique à l'appui, l'essentiel de mon travail (environ 75 %) est consacré à l'amélioration de la qualité dans le traitement du courrier** de l'ensemble de la Région Loire Atlantique. Grâce aux fiches signalant les erreurs de tri que chaque établissement courrier met en ligne sur l'intranet, j'établis un bilan mensuel des dysfonctionnements générés dans les centres de tri. Je dispose également d'une seconde source d'informations avec les études réalisées au niveau national par des panélistes. L'analyse de ces deux types de données me permet de construire un tableau de bord mensuel des causes de défauts de qualité. Ce tableau est ensuite présenté lors d'un comité où siègent toutes les personnes qui ont compétence à agir sur les problèmes constatés.

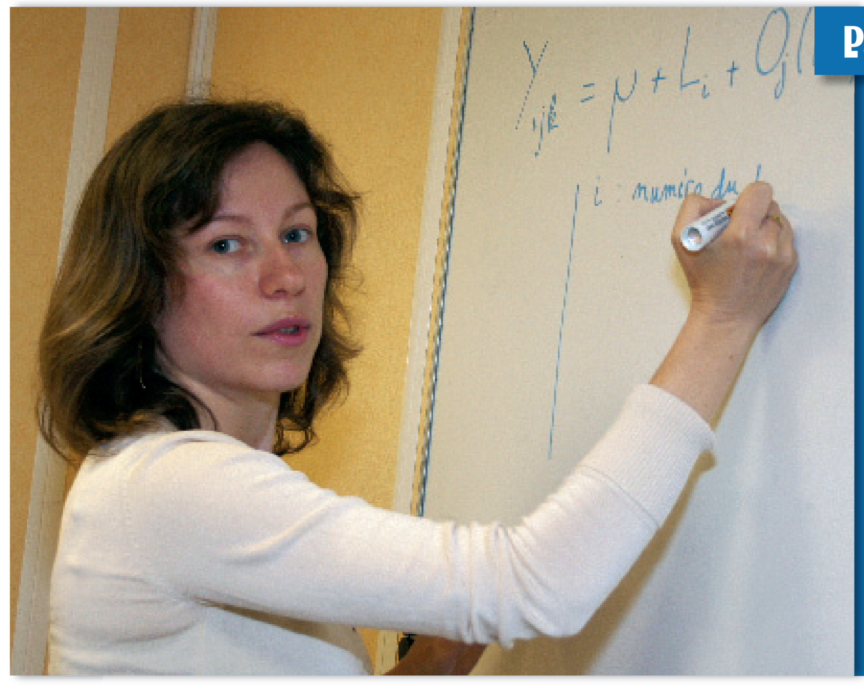
Le respect de la certification ISO 9001 représente le second aspect de mon poste en matière de qualité. Depuis quelques années déjà, le centre de Nantes bénéficie de ce label qualité. Il s'agit donc de faire appliquer cette certification. Cela représente de multiples tâches, notamment la mise à jour de documents et la formalisation sur papier des procédures appliquées au tri du courrier dont, aujourd'hui, les procédures sont automatisées à près de 85 %.

La sécurité des personnes et des locaux constitue le deuxième volet de mon poste (environ 25 %). Cela consiste à veiller à l'application des consignes de sécurité auprès des agents de tri du courrier et à être garante de la sécurité du bâtiment pour la préparation de plans d'évacuation en cas de sinistres. » ■

> Panéliste
Individu ou point de vente faisant partie d'un panel.

> Panel
Échantillon de population censé être représentatif d'une population globale, en terme d'habitudes de consommation.

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 3, Licence professionnelle économie et gestion ou sciences et technologies ou statistique décisionnelle en marketing



Parcours

« Après un baccalauréat scientifique, j'ai préparé un DEUG MIAS (Mathématiques, informatique et application aux sciences). Ensuite, j'ai choisi de poursuivre mes études en maîtrise d'ingénierie mathématiques. J'ai complété ma formation par un DESS d'ingénierie statistique. Au départ, je voulais devenir professeure de mathématiques ; j'ai donné des cours particuliers pendant mes études, mais j'ai finalement abandonné ce projet. J'ai découvert les probabilités/statistiques grâce à un module de licence. Le poste que j'occupe à l'UTAC est en fait mon premier emploi : j'ai commencé comme stagiaire dans le cadre de mon stage de DESS ; lors de l'entretien, une proposition d'embauche ultérieure en CDI (contrat à durée indéterminée) s'est concrétisée. »

CÉLINE, 30 ANS

Ingénieure statisticienne

Union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle (UTAC)

Le contrôle technique comme première activité – études/essais automobiles – et en complément les modèles d'analyse de la variance. L'ingénieur(e) statisticien (enne) évalue la fiabilité des véhicules automobiles.

> Analyse de variance
La statistique traite de mesures sur des individus membres d'une population, et ces mesures varient d'un individu à l'autre. La variance est un indicateur permettant de mesurer cette variabilité. On compare les variances de différentes sous-populations pour déterminer par exemple si elles sont différentes ou identiques.

> Calculs de fidélité
Minimisation de l'écart entre des résultats d'essais indépendants obtenus sous des conditions stipulées.

> Calculs de justesse
Minimisation de l'écart entre la valeur moyenne obtenue à partir d'une large série de résultats d'essais et une valeur de référence acceptée.

« **Mon rôle est d'apporter une assistance mathématique et statistique** à l'entreprise. En pratique, cette activité est organisée autour de trois pôles : suivi du contrôle technique au niveau national, évaluation et validation des méthodes d'essai par des calculs de fidélité et de justesse, enfin calculs divers à la demande des laboratoires d'essais de l'UTAC.

Concernant le contrôle technique, je procède à des études statistiques sur les données transmises par les différents centres. D'une part, j'évalue la qualité des données transmises, d'autre part, j'étudie l'état du parc roulant afin de vérifier l'impact du contrôle technique sur la fiabilité des véhicules en circulation. Je cherche aussi à établir un modèle de profil de la population qui ne se présente pas aux visites ou qui s'y présente en retard, de manière à identifier et à comprendre les différentes raisons qui justifient ces défaillances. Ces études sont ensuite adressées au ministère des Transports, notre tutelle, et aux responsables des centres de contrôle technique, aux constructeurs et aux équipementiers automobiles.

En matière de calculs de fidélité, j'effectue de l'analyse de variance. Je détermine la dispersion des résultats recueillis lors d'essais effectués au sein des six laboratoires de l'UTAC (sécurité passive, acoustique, compatibilité électromagnétique, émissions polluantes, dynamique du véhicule, photométrie). Le but est de contrôler la cohérence des résultats c'est-à-dire vérifier s'ils fournissent des valeurs relativement peu différentes d'un essai à l'autre, dans des conditions d'essai stipulées.

J'effectue également du calcul de justesse. Comme certaines méthodes d'essais ont une valeur de référence, on doit s'assurer que la moyenne des résultats constatés est la plus proche possible de cette valeur de référence.

Calculs d'intégrales, résolution de systèmes d'équations non linéaires… je peux être amenée à effectuer, corriger ou valider toutes sortes de calculs mathématiques demandés par les laboratoires d'essais (à partir de données physiques, mécaniques ou chimiques). » ■

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, master de mathématiques avec une spécialisation en statistiques, diplôme de l'ENSAI ou de l'ISUP.

SARA, 33 ANS

Ingénieure recherche et développement

France Télécom, division Recherche R&D

Concevoir des modèles et des mécanismes de contrôle de trafic dans les réseaux de télécommunications et les diffuser auprès des services opérationnels chargés de les exploiter : telles sont deux des missions de l'ingénieur de recherche en qualité de service dans les réseaux internet.

« **Mon domaine d'expertise concerne la modélisation des réseaux pour évaluer leurs performances.** Plus particulièrement, je m'intéresse à la qualité de service dans les réseaux IP (Internet Protocol) ; ma mission est double : en amont, études mathématiques de modélisation de trafic et en aval, transfert de résultats via des maquettes ou des outils logiciels afin d'améliorer les performances de nos réseaux.

Dans la partie recherche, je conçois des mécanismes de contrôle de trafic destinés à fluidifier la circulation de l'information dans les réseaux grâce à une utilisation optimale des ressources.

Concrètement, cela correspond aux mécanismes d'ordonnancement (définition de l'ordre de transmission des informations), de routage (recherche d'une route optimale pour cette transmission) ou encore de contrôle d'admission (régulation du trafic afin d'éviter les surcharges). Pour évaluer leurs performances, il est indispensable de déterminer les paramètres statistiques essentiels du trafic ; les identifier et comprendre leur impact n'est pas simple.

Le trafic véhiculé dans le réseau internet est issu de multiples applications qui ont des exigences différentes, plus connues sous le vocable de « qualité de service ». Par exemple, la téléphonie est un service temps réel tandis que le téléchargement d'un clip vidéo n'impose pas de contraintes temporelles précises, en passant par le web moyennement interactif. Il faut donc définir les indicateurs de qualité en fonction des applications. Pour l'essentiel, la modélisation du trafic repose sur la théorie des files d'attente et les probabilités et aussi sur la théorie de l'information pour les technologies sans fil.

Dans la partie transfert de résultats, j'apporte un soutien auprès des entités opérationnelles pour améliorer la qualité et les performances des réseaux.

Je m'investis également dans la valorisation de mes travaux de recherche. Cela se traduit par des brevets, des publications, des conférences, des partenariats avec des centres de recherche académique ou industrielle, des participations aux instances de normalisation… C'est bien de savoir ; c'est mieux de le faire savoir. » ■



Parcours

« Après deux années de classes préparatoires en France, j'ai intégré une école d'ingénieurs en informatique en Tunisie (je suis mi-tunisienne, mi-anglaise). Pour mon mémoire de fin d'études, je suis revenue en France avec une proposition de l'ENST (École Nationale Supérieure de Télécommunications) de Paris. À l'occasion du stage de DEA qui a suivi l'obtention de mon diplôme d'ingénieur, j'ai travaillé pour Philips à la modélisation de la performance des réseaux satellites. J'ai poursuivi avec la préparation d'une thèse sur le routage dans les réseaux IP, sujet proposé par France Télécom. Dès l'obtention de mon doctorat, j'ai été embauchée comme ingénieure de recherche dans l'équipe où j'ai effectué ma thèse. Aujourd'hui, j'ai le titre d'expert senior dans le domaine des réseaux et je suis responsable d'une unité de R&D. »

QUELS DIPLÔMES ?

Bac + 8, doctorat à la suite d'un master recherche orienté en mathématiques appliquées ou en informatique ou une école d'ingénieurs

YANNICK, 28 ANS

Ingénieur chercheur en risques industriels

EDF Recherche et Développement (R & D)



Parcours

« J'ai commencé par un DEUG MIAS (Mathématiques, informatique et application aux sciences), j'avais plus ou moins l'idée d'être enseignant. Ce qui me plaisait à l'époque dans les mathématiques s'attachait à l'aspect pédagogique. En licence, puis en maîtrise, j'ai découvert les mathématiques appliquées et leurs utilisations dans le monde industriel. Je me suis pris de passion pour ces aspects de la discipline. Du coup, j'ai poursuivi en DEA de mathématiques appliquées « analyse et systèmes aléatoires » dans une université qui entretient des liens étroits avec l'industrie (notamment EDF). J'ai donc effectué mon stage dans cette entreprise, puis une thèse sous convention CIFRE (Convention industrielle de formation et de recherche), thèse sur l'évaluation de la fiabilité des systèmes à partir de celle des composants de base. À la suite de mon doctorat, j'ai été embauché. Ce qui m'intéresse dans la fiabilité des systèmes industriels, c'est de faire face à l'aléatoire en tentant d'identifier ses règles et d'associer les mathématiques à d'autres disciplines comme la physique. »

L'ingénieur chercheur spécialisé en probabilités et statistiques calcule des probabilités d'événements accidentels ; son objectif : maîtriser les risques industriels malgré les incertitudes sur les phénomènes physiques en jeu.

« **À partir d'observations physiques et statistiques sur lesquelles j'applique la théorie des probabilités, mon travail consiste à établir des prédictions sur les risques industriels** que peuvent encourir les infrastructures de production - centrales nucléaires ou thermiques, installations hydrauliques, parcs d'éoliennes...

Par exemple, pour établir la courbe de dé-fiabilité d'une digue sur une rivière (probabilité que la hauteur d'eau soit supérieure à la hauteur de la digue lors de crues), je commence par l'analyse de données recueillies au cours du temps sur les différents paramètres physiques de fonctionnement du cours d'eau - débit, état du lit de la rivière...

Pour chaque paramètre, je peux déterminer une courbe de fréquences des valeurs observées. J'utilise ensuite la théorie des probabilités couplée à une modélisation physique du cours d'eau pour agréger ces éléments. J'obtiens ainsi une courbe globale sur laquelle je peux calculer la probabilité pour que la hauteur d'eau de la rivière dépasse celle de la digue.

Ingénieur, je réponds à des problématiques concrètes, comme par exemple la périodicité de maintenance d'un composant d'une centrale nucléaire. Il s'agit généralement d'études à court ou à moyen terme.

Chercheur, je travaille sur des questionnements à long terme comme l'impact du vieillissement sur la fiabilité d'une structure. Il s'agit là d'études beaucoup plus complexes d'un point de vue théorique ; elles ressemblent plus ou moins à celles que mène un chercheur du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) même si les objectifs ont un caractère industriel. Dans ce cadre, la R&D collabore avec des universités et des instituts de recherche pour tenter de lever des verrous scientifiques liés à la théorie.

Mes recherches synthétisées en notes et rapports apportent aux décideurs des éléments d'appréciation afin d'optimiser les coûts tout en respectant les objectifs de sûreté ; elles sont aussi utilisées par les responsables des infrastructures dans la mise en œuvre des interventions que je suis amené à préconiser. » ■

QUELS DIPLÔMES ?

Bac + 5, avec un master de mathématiques appliquées ou un diplôme d'école d'ingénieurs ou Bac + 8 avec un doctorat



THIERRY, 30 ANS

Chef de groupe informatique

E-lab, groupe Bouygues

Recherche de nouvelles techniques ou résolution de problèmes scientifiques et recherche opérationnelle/ aide à la décision ; l'ingénieur de recherche apporte son expertise aux différents métiers du groupe.

« **Je suis ingénieur de recherche au sein du e-lab, l'équipe Recherche & Développement et Innovation Technologique du groupe Bouygues.** J'ai pour mission de conduire une activité de recherche en calcul scientifique et de proposer du conseil et des outils d'aide à la décision aux différents métiers du groupe (TF1, Construction, Colas, BYTelecom, BYImmobilier). Cela recouvre de pures missions d'études, du type « quelle est la probabilité qu'un spot de publicité de 30 secondes soit regardé en entier ? ». Cela comprend également la réalisation de prototypes ou de modèles. Par exemple, calculer un plan de maintenance prévisionnel d'un réseau routier dans le cadre d'un appel d'offre. Enfin, cela peut être de la conception de logiciels, comme des outils de planification des tâches sur un chantier de construction ou un moteur d'optimisation du remplissage des écrans publicitaires sur TF1.

Je fais partie d'un laboratoire de huit personnes, dont sept titulaires d'un doctorat. Mon rôle est de conduire des projets, en équipes de deux ou trois ingénieurs, depuis l'identification du problème à résoudre jusqu'à la livraison d'un outil ou d'une étude.

Outre des compétences en mathématiques et en calcul scientifique, mon métier requiert des qualités d'écoute pour bien comprendre la question du client ; il demande également des qualités de réactivité. En effet, le client arrive souvent à préciser ses attentes à partir d'une première réalisation ; en retour, on peut alors lui proposer une solution bien adaptée à sa question. »

Parcours

« Après les classes préparatoires, j'ai intégré l'École Polytechnique (l'X), avec le choix de l'option mathématiques et informatique en troisième année. J'ai complété ma formation à l'ENST (École Nationale Supérieure de Télécommunications) de Paris. J'étais surtout intéressé par l'aspect informatique, un peu moins par celui des télécommunications. Ensuite, j'ai été embauché dans ce laboratoire comme ingénieur d'études. Au bout d'un an et demi, j'ai été convaincu de l'utilité d'un doctorat, mon travail comportant beaucoup de recherches. Comme sujet de thèse, je me suis intéressé aux techniques de décomposition en mathématiques, méthodes qui permettent de transformer un problème complexe en une combinaison de problèmes plus simples. »

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 8, doctorat en mathématiques appliquées ou en informatique

PASCAL, 29 ANS

Chef de projet recherche et développement

France Télécom, division Recherche et Développement (R&D)



Parcours

« Après le bac, j'ai débuté des études d'ingénieur en cycle préparatoire intégré à l'INSA (Institut national des sciences appliquées) de Rennes. J'ai poursuivi en cycle ingénieur à l'INSA de Toulouse en option Génie Mathématique et Modélisation. En stage de fin d'études, j'ai travaillé dans le secteur de la cryptographie appliquée aux communications aéronautiques. C'est ainsi que j'ai choisi de me spécialiser dans la sécurité informatique. Dès l'obtention de mon diplôme, j'ai eu un CDD (contrat à durée déterminée) de trois mois comme ingénieur système à l'INSA de Toulouse ; puis j'ai travaillé chez Aptus - une société de conseil et d'ingénierie- comme consultant en sécurité informatique sur deux missions d'un an et demi chacune : la première dans un environnement militaire chez Thalès Communications en région parisienne ; la seconde à Toulouse chez Sun-Storagetek dans le stockage d'informations pour des banques ou de grosses sociétés comme EADS (European Aeronautic Defence and Space Company). Souhaitant revenir sur Rennes, j'ai été recruté par France Télécom R&D pour travailler comme ingénieur d'études sur la distribution de la musique, des films et de la télévision via Internet. Actuellement je suis chef de projet. »

Garant de la bonne réalisation du contrat vis-à-vis des clients, le chef de projet met en œuvre des compétences variées : connaissances techniques, qualités d'organisation, sens du relationnel.

« **À partir des exigences de sécurité** imposées par les maisons de disques ou les studios de production, je suis chargé de superviser le travail des personnels qui étudient et réalisent les outils visant à protéger les contenus multimédia distribués par Orange. Techniquement, ces outils font largement appel à la cryptographie par chiffrement des données, authentification ou signature électronique.

Concernant les mathématiques, j'utilise des techniques de théorie des nombres, du calcul numérique et des probabilités. S'y ajoutent quelques mécanismes permettant d'empêcher le contournement de ces protections comme l'utilisation d'une carte à puce ou la protection logicielle. J'ai également un rôle de conseil et d'expertise auprès des entités opérationnelles qui vont mettre en œuvre ces dispositifs de sécurité. L'objectif final est de proposer à Orange le meilleur compromis entre des impératifs de sécurité, de coût et d'expérience client.

Un atout majeur dans ce métier : toujours faire preuve de diplomatie. Mon quotidien est un subtil dosage de décisions variées qui font appel à des compétences à la fois techniques et managériales. Au plan technique, il faut bien connaître son sujet : même si l'équipe comprend des experts, je peux être amené à trancher entre différentes orientations.

Quant au management, il faut gérer des plannings, les contrôles de qualité, le respect des délais, le suivi du budget, la rédaction de comptes rendus, la réalisation de présentations. Il faut également diriger une équipe : cela consiste d'abord à savoir écouter les collaborateurs pour leur proposer les meilleures conditions possibles de travail.

Il est alors plus facile de les motiver pour qu'ils donnent le meilleur d'eux-mêmes et pour leur faire passer des messages. » ■

QUELS DIPLÔMES ?

Bac + 5, master ou école d'ingénieurs avec une spécialisation en cryptographie, sécurité des systèmes d'information

VALÉRIE, 33 ANS

Ingénieure cryptologue

CELAR (centre d'électronique de l'armement), DGA (délégation générale pour l'armement), ministère de la Défense

Avec des outils associant mathématiques discrètes et algorithmique, l'ingénieur cryptologue conçoit des mécanismes de chiffrement visant à sécuriser l'information.

« **Mon métier est d'assurer la confidentialité des transmissions,** l'un des deux aspects de la cryptologie - l'autre consistant à garantir l'authenticité et l'intégrité des données, par exemple dans les transactions par carte bancaire. Outre un solide bagage en informatique, mon poste d'ingénieure cryptologue exige des connaissances de haut niveau en mathématiques, notamment en algèbre, en probabilités et en statistiques.

Cryptographe, ma mission consiste à développer des algorithmes de chiffrement destinés à protéger les informations classifiées du ministère de la Défense. D'une part, je construis des mécanismes originaux à partir de techniques déjà validées en interne ou dans le domaine public ; cette activité de production avec ses exigences de performances et de délais représente la moitié de mon activité. D'autre part, je travaille à la recherche de nouvelles méthodes de chiffrement. et pour cela, j'entretiens des collaborations avec des universités, des écoles d'ingénieurs et des industriels.

Cryptanalyste, mon travail vise à prouver la robustesse des algorithmes développés. Pour cela, je cherche à tester leur résistance face à tous types d'attaque. Il s'agit aussi de mesurer, en termes de probabilité, l'avantage qu'aurait un attaquant cherchant à distinguer le mécanisme ou même à le casser. » ■

> Cryptologue
Spécialiste en cryptologie, il étudie et conçoit les méthodes de chiffrement ; il analyse également les algorithmes et les implémentations afin de valider leur sécurité et assurer la confidentialité, l'authenticité et l'intégrité des informations protégées

> Cryptographe
Concepteur de systèmes destinés à chiffrer, authentifier et assurer l'intégrité de données.

> Cryptanalyste
S'opposant au cryptographe, il cherche à déjouer les techniques destinées à protéger les informations.



Parcours

« Après un an en classe préparatoire et bien qu'autorisée à entrer en deuxième année, j'ai préféré m'orienter vers l'université pour y poursuivre des études en magistère de Modélisation Mathématique et Méthodes Informatiques. En dernière année, j'ai également suivi un DEA orienté vers l'informatique théorique et l'intelligence artificielle. Puis, j'ai préparé une thèse en informatique. Parallèlement, j'ai assuré des travaux dirigés et pratiques à l'université comme moniteur puis comme ATER (Attaché temporaire d'enseignement et de recherche). En reprenant contact avec mon responsable de stage de deuxième année de magistère au CELAR, j'ai appris qu'un poste s'ouvrait dans son laboratoire et j'ai été embauchée. Par ailleurs, j'ai gardé des liens avec l'enseignement supérieur puisque j'enseigne en école d'ingénieurs. »

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5, master ou école d'ingénieurs avec une spécialisation en cryptographie, sécurité des systèmes d'information

CLAIRE, 39 ANS

Consultante en imagerie médicale

Groupe ALTEN, Grenoble

Par le biais d'une société de services, le consultant en imagerie médicale apporte ses compétences à des entreprises souhaitant améliorer la qualité de leurs prestations.



« **Actuellement, je suis experte en qualité d'images dans le domaine médical et la sécurité.** Je travaille sur une mission confiée par la société Thalès Electron Devices auprès du groupe Alten. Ma fonction consiste d'abord à définir des méthodes et des critères de mesure de la qualité d'une image, puis à préciser la qualité de panneaux radiologiques numériques. Je développe également des logiciels de traitement d'images pour améliorer cette qualité non seulement en termes de visualisation, mais aussi en termes de quantification (estimation des volumes des images).

Aujourd'hui, l'imagerie médicale repose essentiellement sur le traitement du signal. Enregistrées sous forme d'ondes sonores, de rayonnement X radioactif ou lumineux, les données sont d'abord numérisées à l'aide de modèles mathématiques ; elles sont ensuite traitées par des programmes informatiques de reconstruction en 2 D voire en 3 D, d'images de la structure de l'organe étudié (imagerie anatomique) ou de son métabolisme (imagerie fonctionnelle). En plus d'une solide formation en physique et en informatique, l'imagerie médicale requiert des connaissances variées en mathématiques (analyse mathématique, géométrie, statistique, calcul scientifique…).

Outre le domaine médical, l'imagerie trouve des applications dans bien d'autres domaines, notamment la sécurité (détection d'objets dangereux dans des bagages, surveillance de bâtiments…) ; le contrôle non destructif dans les installations énergétiques, l'aéronautique, l'automobile… ; les mesures industrielles (débits de liquides ou de gaz, conformité d'une pièce…) ; les études sur l'environnement (géologie, océanologie, météorologie…). » ■

Parcours

« En terminale, je voulais étudier la médecine. Mais la durée des études me faisait un peu peur. Je n'avais pas trop d'affinités pour les mathématiques. Un ami de mes parents m'a proposé un stage en imagerie médicale fonctionnelle dans un centre hospitalier de Londres. Je suis tombée dans la marmite de l'imagerie, plus particulièrement le développement des outils de traitement d'images médicales afin d'apporter une aide décisionnelle, stratégique, thérapeutique. J'ai alors pris goût aux mathématiques, l'imagerie médicale obligeant à les maîtriser. J'ai débuté par un DEUG SSM (Sciences et stuctures de la matière) ; j'ai poursuivi en maîtrise de sciences et techniques de génie médical et instrumentation suivie d'un DEA d'imagerie médicale, puis d'un doctorat. J'ai commencé une carrière académique dans la recherche, un vrai bonheur mais les chercheurs sont mal payés… Je me suis alors tournée vers d'autres métiers comme chef de projet ou ingénieur R&D (recherche et développement). Maintenant, je travaille dans le consulting ce qui me permet d'allier la recherche, le développement et le management de projets. »

QUELS DIPLÔMES ?
Bac + 5 avec une spécialisation en imagerie médicale dans le cadre d'un master de mathématiques appliquées, de biologie ou de physique, éventuellement suivi d'un doctorat (niveau bac + 8).

THOMAS, 31 ANS

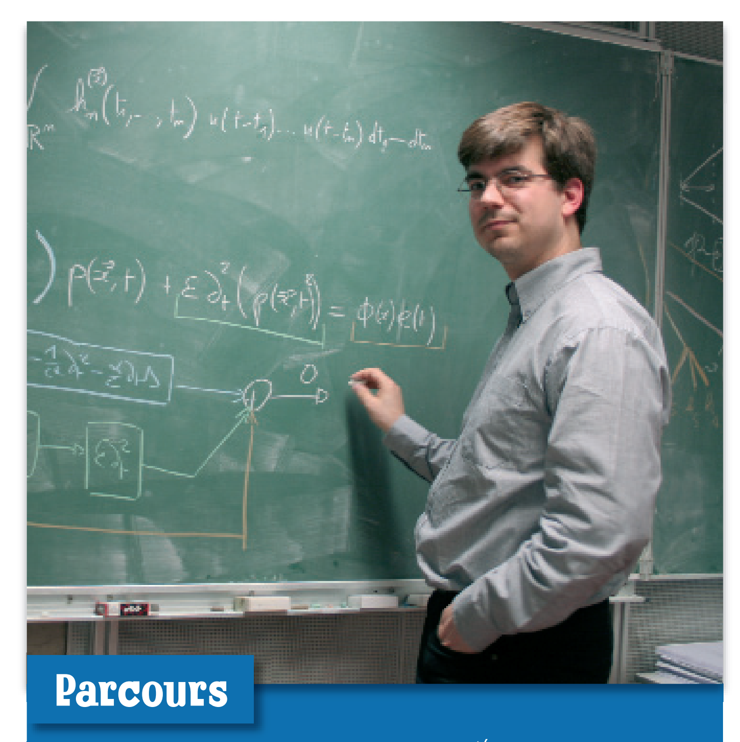
Chargé de recherche en acoustique musicale

Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et Institut de recherche et coordination acoustique/musique (IRCAM)

Lorsqu'il travaille sur la synthèse sonore par modélisation physique, le chercheur en acoustique musicale étudie les mécanismes de production des sons des instruments existants.

« **Je mène des recherches sur la simulation de la production sonore des instruments de musique.** En d'autres termes, je cherche à obtenir un instrument virtuel que l'on peut jouer sur un ordinateur et qui sonne de manière aussi vraie que l'instrument réel. Techniquement, j'essaie de représenter sous forme d'équations mathématiques les phénomènes vibratoires qui se produisent à l'intérieur d'un instrument lorsqu'il est joué et selon la manière dont il est joué.

D'abord, je construis un modèle physique de la production sonore des instruments de musique. À l'aide des méthodes faisant appel au traitement du signal en temps continu et en temps discret, aux équations différentielles et aux équations aux dérivées partielles, la démarche consiste à calculer à chaque instant les relations directes qui s'établissent entre l'entrée produite par les gestes du musicien et le son à la sortie de l'instrument. Par exemple, un trompettiste jouant très fort produit un son qualifié de brillant ; ce phénomène est dû à une non-linéarité de la propagation de l'onde sonore : en clair, les niveaux sonores à l'intérieur du tube sont beaucoup plus élevés que ceux qui sortent de l'instrument. Lorsque ces niveaux sonores sont suffisamment élevés, il se produit en local un échauffement des gaz qui augmente significativement la célérité du son. Une partie de l'onde se propage alors plus vite de sorte que même un signal pur se déforme en dents de scie au fur et à mesure qu'il se propage.



Parcours

« Après les classes préparatoires, j'ai intégré l'ENST (École nationale supérieure des télécommunications) de Bretagne. À l'issue des deux premières années, j'ai opté pour l'ENST de Paris qui proposait l'option image et son. Comme je voulais travailler sur la modélisation physique en acoustique musicale et les problèmes inverses, j'ai également suivi deux DEA en parallèle : le premier en acoustique, traitement du signal et informatique appliqués à la musique et le second en automatique et traitement du signal. J'ai ensuite préparé une thèse que j'ai effectuée ici à l'IRCAM. Après mon doctorat, j'ai effectué un post-doc à l'École Polytechnique Générale de Lausanne où j'ai étudié des méthodes de résolution des équations aux dérivées partielles faiblement non linéaires. Puis j'ai enseigné comme ATER (attaché temporaire d'enseignement et de recherche) pendant un an. Après mon post-doc, j'ai passé le concours du CNRS et j'ai été reçu comme chargé de recherche. »

Ensuite, je teste le modèle. Au cours de cette phase dite d'inversion du modèle, je cherche à vérifier si l'on obtient des commandes gestuelles identiques à celles d'un musicien compétent ou correspondant à un style de jeu - on ne joue pas du jazz comme on joue du classique. En d'autres termes, il s'agit de s'assurer que l'on peut reproduire toute la richesse des régimes de l'instrument de musique : depuis le « canard » du musicien débutant jusqu'au très beau vibrato ou une belle attaque jouée par un virtuose. Et la question de la résolution de ces problèmes inverses est encore bien plus compliquée à maîtriser que la construction du modèle lui-même. » ■

QUELS DIPLÔMES ?

Bac + 8, doctorat à la suite d'un master recherche en mathématiques appliquées

Les diplômes

Du DUT (bac+2) au doctorat (bac+8), les mathématiques offrent une large gamme de formations avec des applications nombreuses et variées. Rapide tour d'horizon pour découvrir ces parcours...

DUT STATISTIQUE ET TRAITEMENT INFORMATIQUE DES DONNÉES (STID)

En deux ans, ce diplôme forme des professionnels du traitement statistique des données : chargé d'études statistiques, assistant chargé d'études, technicien en statistiques, data-manager, développeur d'applications.... Le traitement statistique des données consiste à extraire les informations essentielles à partir de sources diverses (bases de données, internet, fichiers, enquêtes...) et à les restituer sous forme d'indicateurs chiffrés, de tableaux ou de graphiques que d'autres utilisateurs pourront ensuite exploiter. La gestion des données (ou « data-management ») consiste à administrer de grandes quantités de données, souvent organisées dans des bases de données ou des entrepôts de données afin de faciliter l'extraction des informations et par suite l'analyse statistique.
Accès : bac principalement série S (scientifique) ou ES (économique et sociale) ; éventuellement, série L (littéraire) spécialité mathématiques ou STI (sciences et techniques industrielles) ou STG (sciences et technologies de la gestion). Sélection sur dossier, entretien voire tests ou examens.
Au programme : des enseignements scientifiques (statistiques, informatique, mathématiques) et des enseignements d'environnement économique et de communication (économie, gestion, langues vivantes, expression et communication), complétés par un stage en entreprise et des projets en tutorat.

LICENCES PROFESSIONNELLES

Tournées vers l'ingénierie statistique, les licences professionnelles à dominante mathématique offrent un approfondissement des connaissances et un élargissement des compétences dans les métiers du traitement statistique des données.
Au choix : mention management des organisations spécialité chargé d'études statistiques ; statistique commerciale ; statistiques et informatique pour le management de la qualité ; statistique et informatique décisionnelle, mention systèmes informatiques et logiciels spécialité statistiques et informatique décisionnelle ; statistique et informatique pour la santé, mention biotechnologies spécialité modélisation et validation ; mention commerce spécialité statistique, sondage et marketing, mention biostatistiques spécialité statistique et traitement informatique de données biologiques, médicales et pharmaceutiques ; mention santé spécialité statistique et informatique décisionnelles pour la santé, mention agronomie spécialité collecte, gestion et exploitation des données agronomiques, mention statistiques et informatique décisionnelles, mention solutions décisionnelles spécialité statistique décisionnelle en marketing.
Accès : à l'issue d'une deuxième année de licence validée (120 « crédits européens » ou ECTS), ou d'un DUT, d'un BTS (Brevet de Technicien Supérieur), d'un DEUST. Chaque université décide de la liste des formations acceptées ainsi que des modalités de sélection (dossier, entretien obligatoire ou éventuel).

LICENCES

En trois ans ou six semestres, la licence permet d'acquérir les notions de base en algèbre, en géométrie, en analyse, en probabilités et en statistiques. En plus des mathématiques, la formation comprend des enseignements d'informatique, des enseignements d'ouverture dans une autre discipline scientifique (physique, chimie, mécanique, biologie, géosciences...) ou dans une discipline du domaine des sciences humaines et sociales : économie, géographie, linguistique, sociologie, psychologie... Des enseignements transversaux complètent la formation : langues étrangères ; méthodologie du travail universitaire ; culture générale ; projet scientifique, culturel ou professionnel... Le plus souvent en troisième année, la licence est organisée en parcours-types préparant l'orientation future : par exemple, parcours métiers de l'enseignement, parcours mathématiques et applications, parcours bivalent mathématiques et informatique.
La plupart des universités proposent une seule licence (mention mathématiques ; mathématiques et applications ; mathématiques-informatique ; mathématiques, informatique et applications...). Quelques universités offrent une seconde mention soit consacrée aux mathématiques appliquées aux sciences sociales, soit bi-disciplinaire en mathéma-

tiques et en informatique, soit pluridisciplinaire en sciences et en technologie. Plus rares encore, les universités proposant trois mentions (par exemple, mathématiques, mathématiques-économie, mathématiques-physique-chimie).
Par ailleurs, peuvent poursuivre leurs études en licence les étudiants inscrits en CPGE (classes préparatoires aux grandes écoles) qui ne sont pas admis à continuer en 2e année ou qui échouent aux concours d'entrée dans les écoles d'ingénieurs.

MASTERS

Sur deux années ou quatre semestres, les masters dispensent une formation de haut niveau en mathématiques appliquées ou en mathématiques fondamentales (masters recherche et masters professionnels). L'entrée en première année de master (M1) est de droit pour tout étudiant titulaire d'une licence de mathématiques. L'accès en deuxième année (M2) est sélectif, le plus souvent sur dossier. Le choix entre master recherche et master professionnel peut s'effectuer à l'entrée en M1 ou à l'entrée en M2 ou encore au second semestre de M2 (stage en entreprise ou en laboratoire de recherche).

– Masters professionnels
Plus de 80 spécialités et une centaine de parcours forment au métier d'ingénieur-mathématicien dans l'industrie et les services. Parmi ces différentes possibilités, les spécialités consacrées aux probabilités et statistiques représentent l'offre de formation la plus nombreuse : ingénierie statistique ; statistiques et applications ; actuariat ; ingénierie financière ; ingénierie mathématique parcours modélisation stochastique et recherche opérationnelle ; biostatistiques ; biométrie appliquée... Prévus pour des débouchés dans l'industrie, les masters professionnels de modélisation et de simulation de phénomènes complexes dans différents domaines scientifiques (mécanique, physique, imagerie médicale...) se déclinent en spécialités comme modélisation et analyse numérique, ingénierie mécanique et calcul scientifique, calcul scientifique et visualisation. Quelques spécialités (ingénierie mathématique, modélisation et applications des mathématiques...) proposent une relative polyvalence avec des enseignements de tronc commun en analyse numérique, calcul scientifique et des options en mécanique ou en probabilités-statistiques (options organisées ou non en parcours). Enfin, les spécialités telles cryptologie et sécurité informatique ou mathématiques discrètes offrent une double compétence en mathématiques et en informatique.

– Masters recherche
Par l'acquisition des outils fondamentaux de la recherche, les masters recherche visent la poursuite d'études en doctorat. Au programme : cours fondamentaux et de spécialisation, stage dans un laboratoire universitaire ou de la recherche publique ou privée, séminaires. Dans l'organisation des études, la moitié des universités propose une seule spécialité formant à la recherche en mathématiques pures ou appliquées (mathématiques ; mathématiques et applications ; mathématiques fondamentales et appliquées...). L'autre moitié offre une spécialité en mathématiques pures (mathématiques fondamentales ; algèbre et géométrie) et une ou plusieurs spécialités en mathématiques appliquées (mathématiques et applications ; calcul scientifique et mécanique-physique ; mathématiques discrètes et fondements de l'informatique ; probabilités et applications ; processus stochastiques ; statistiques ; modélisation mathématique des systèmes biologiques...).

MAGISTÈRES

Diplôme d'université à bac+5, le magistère vise la poursuite d'études en doctorat mais permet également l'insertion professionnelle dès l'obtention du diplôme. Dans le domaine des mathématiques, il est proposé en mathématiques et applications ou en mathématiques et informatique ou en économie et statistique.
Accès : à bac+2 après une deuxième année de licence (licence de sciences mais aussi en économie selon la spécialité du magistère) ou les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) de type scientifique ou économique (selon la spécialité du magistère). Sélection sur dossier ou sur concours. Quelques établissements proposent cette formation.

DOCTORAT

Formation à et par la recherche, le doctorat dure trois ans après le master ou le magistère. Il comprend une thèse mais aussi des enseignements complémentaires scientifiques, généraux et d'ouverture professionnelle organisés sous forme de cours, conférences et séminaires. Un doctorat de mathématiques - notamment en mathématiques appliquées - offre des carrières dans le secteur de la recherche académique, mais aussi en entreprise, par exemple dans le monde de la finance (bourses, banques, assurances...) ou au sein des services de Recherche et Développement (R&D) dans l'industrie.
La thèse peut être suivie d'une année (ou plus) de formation complémentaire qualifiée de « post-doc ».

ÉCOLES D'INGÉNIEURS

Près de 250 écoles délivrent un diplôme d'ingénieur conférant le grade de master dans le cadre du LMD. Un bon tiers de ces écoles sont accessibles dès

l'obtention du bac pour une formation en cinq ans. Les écoles en trois ans recrutent principalement à l'issue des classes préparatoires scientifiques. Aujourd'hui, toutes les écoles proposent un quota de places au titre des admissions sur titre à des étudiants titulaires d'un BTS, d'un DUT, d'une deuxième année de licence (L2), d'une licence ou d'une première année de master (M1) et également un quota réservé aux étudiants étrangers. Selon l'établissement, le nombre de places peut être plus ou moins limité. De même, les niveaux d'admission peuvent être très variables (de la seule année de M1 à tous les niveaux de bac + 2 à bac + 4).
Au programme : enseignement scientifique et technologique, initiation aux sciences humaines et sociales, formation en langues étrangères et stages en entreprise. Le plus souvent en troisième année, certaines écoles d'ingénieurs proposent une spécialité (aussi appelée option, spécialisation, dominante, voie d'approfondissement) orientée vers les mathématiques et applications : mathématiques appliquées ; mathématiques de la décision ; ingénierie mathématique ; génie mathématique et modélisation ; mathématiques appliquées et calcul scientifique ; modélisation mathématique et mécanique ; génie informatique et statistique ; ingénierie financière.
À signaler que certaines écoles proposent une prolongation des études en doctorat.

À noter : l'ingénierie financière est également proposée dans les écoles de commerce (HEC, ESSEC, ESCP-EAP...).

ÉCOLES DE STATISTIQUES

Sous statut grande école ou d'institut universitaire, les écoles de statistiques délivrent un diplôme à (bac + 5) de statisticien économiste (École nationale de la statistique et de l'administration économique/ ENSAE), d'ingénieur statisticien (École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information/ ENSAI), de statisticien (Institut de statistique de l'université Pierre et Marie Curie/ISUP), d'actuaire (Euro-Institut d'actuariat de l'université de Bretagne occidentale/EURIA ; Institut de science financière et d'assurances de l'université de Lyon 1/ISFA), de mathématiques et informatique appliquées à l'actuariat (Institut de mathématiques appliquées de l'université catholique de l'Ouest/IMA).
Accès : à (bac + 2) sur concours ou sur dossier (IMA) pour une admission en première année. Au titre des admissions parallèles en deuxième voire en troisième année, recrutement sur dossier.

ARCHITECTURE LMD

DES ANCIENS AUX NOUVEAUX SIGLES

Depuis la rentrée 2006, les formations universitaires (à l'exception des études de santé) sont organisées en trois grades : la licence (L) à bac + 3, le master (M) à bac + 5 et le doctorat (D) à bac + 8. Le DEUG (diplôme d'études universitaires générales) et la maîtrise existent toujours comme diplômes intermédiaires. Ils continuent d'être délivrés aux étudiants qui en font la demande. En termes de niveau de formation, le DEUG correspond à une deuxième année de licence (L2) et la maîtrise à une première année de master (M1). Les DESS (diplômes d'études supérieures spécialisées) et les DEA (diplômes d'études approfondies) sont remplacés respectivement par les masters à finalité professionnelle et les master à finalité recherche. Calqués sur l'architecture européenne mise en place à l'université (LMD), les diplômes délivrés par les écoles d'ingénieurs et les écoles de statistiques confèrent le grade de master.

Le schéma des études en mathématiques

Sont ici fléchées les principales passerelles entre les formations. À titre individuel, d'autres parcours peuvent être envisagés.

L : licence
L1, L2, L3 : 1re, 2e et 3e année de licence
M : master recherche ou master professionnel
D : doctorat
DUT : diplôme universitaire de technologie
STID : statistiques et traitement informatique des données

ISUP : institut de statistique université Paris VI accès bac+2/3/4 (3 ans d'études) ou accès bac+4 (2 ans d'études)
ENSAE : école nationale de la statistique et de l'administration économique
ENSAI : école nationale de la statistique et de l'analyse de l'information

❶ Mathématiques ; mathématiques et applications ; mathématiques, informatique et applications ; mathématiques appliquées et sciences sociales...

❷ Études statistiques ; sondages et marketing ; chargé d'études statistiques, statistiques et informatique décisionnelles...

❸ Ingénierie statistique ; modélisation stochastique et recherche opérationnelle ; actuariat et gestion du risque ; ingénierie mathématique ; modélisation, analyse de données et calcul scientifique ; ingénierie financière ; codage, cryptographie, sécurité ; ingénierie mathématique pour les sciences du vivant ; modélisation et analyse numérique...

❹ Mathématiques discrètes et fondements de l'informatique ; physique mathématique ; probabilités et modélisation aléatoire ; modélisation en épidémiologie et recherche clinique ; EDP et calcul scientifique ; statistiques ; mathématiques fondamentales et appliquées...

❺ Mathématiques ; mathématiques et applications ; modélisation mathématique et méthodes informatiques : économiste statisticien.

LEXIQUE

ALGORITHME/ ALGORITHMIQUE
Un algorithme est une suite finie d'opérations réalisées dans un ordre déterminé et dans un temps que l'on cherche à minimiser (par exemple, résolution d'équations, tri dans des bases de données, recherche de nombres premiers). L'algorithmique regroupe les techniques de conception, d'évaluation et de mise en œuvre optimisée des algorithmes.

ANALYSE NUMÉRIQUE
Discipline mathématique qui regroupe l'ensemble des méthodes permettant de réaliser des calculs sur ordinateur. Il faut pouvoir approcher la solution d'un problème souvent complexe (solution d'un système d'équations à dérivées partielles, par exemple) par des calculs qui utilisent des nombres à précision limitée. Le recours à l'informatique et à l'algorithmique est constant et donne des solutions approchées. On évalue les méthodes de l'analyse numérique selon des critères de précision, de stabilité et de performance en termes de temps de calcul et de convergence vers la solution exacte.

CALCUL SCIENTIFIQUE
Discipline dont l'un des buts est de simuler sur ordinateur des procédés de conception, de fabrication et de comportement liés à des problèmes d'ingénierie. La démarche comporte quatre étapes : modélisation du phénomène étudié à l'aide d'équations mathématiques ; étude mathématique de ces équations afin de s'assurer que le problème admet une solution ; recherche d'une solution approchée et calcul de celle-ci sur ordinateur; analyse qualitative et quantitative des résultats (représentation graphique et validité de la simulation par rapport à la réalité).

CRYPTOLOGIE
Science qui traite de la construction (cryptographie) et de l'analyse des faiblesses et des robustesses (cryptanalyse) de procédés assurant la confidentialité, l'authenticité et l'intégrité de l'information. La cryptologie concerne entre autres les codes secrets et les signatures électroniques.

ÉQUATION AUX DÉRIVÉS PARTIELLES (EDP)
Équation dont la solution recherchée dépend de plusieurs variables et qui fait intervenir des variations (dites dérivées partielles) de cette solution vis-à-vis de petites évolutions de ces variables. Les problèmes faisant appel à une ou plusieurs EDP sont en général très complexes et peu d'entre eux possèdent une solution calculable explicitement (les résolutions explicites s'appliquant à des équations simples). Le recours aux méthodes numériques empruntées à l'analyse numérique est la seule voie pour fournir une solution approchée au système complexe considéré. La physique, la thermodynamique, la mécanique, la chimie et la finance constituent les champs d'utilisation les plus classiques des équations aux dérivées partielles.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA)
Domaine de recherche qui traite de la conception d'une machine capable de reproduire voire surpasser les capacités humaines (et surtout celles qui échappent à toute méthode rationnelle classique ou à tout algorithme). Actuellement, les réalisations de l'IA concernent notamment : les systèmes experts ; l'apprentissage automatique ; le traitement automatique des langues ; la reconnaissance de formes et la visualisation en général (en particulier, grâce aux réseaux neuronaux) ; le calcul formel ; la robotique ; l'informatique ludique (jeux vidéo).

MATHÉMATIQUES DISCRÈTES
Appelées aussi mathématiques finies, les mathématiques discrètes s'intéressent principalement aux problèmes de dénombrement (ou comptage). Le terme s'oppose à la notion de continuité, base de l'analyse. Leur rôle s'est affirmé grâce à leurs applications dans l'informatique (algorithmique et programmation). Les mathématiques discrètes englobent aussi la combinatoire et la théorie des graphes.

MODÉLISATION
De manière large, la modélisation est la conception d'un modèle qui s'approche le plus fidèlement possible de la réalité. Plus précisément, la modélisation mathématique est la traduction d'un phénomène (physique, chimique, biologique, économique, financier…) en un ensemble d'équations mathématiques. On peut donc décrire ce phénomène et en prédire le résultat à l'aide de ces équations sans avoir à réaliser l'expérience à une échelle réelle.

OPTIMISATION
Recherche pour un problème donné, d'une solution minimisant ou maximisant un ou plusieurs critères mesurables. Par exemple, la recherche de l'itinéraire le plus court et le plus rapide pour se rendre d'une ville à une autre est un problème d'optimisation (minimisation).

PROCESSUS STOCHASTIQUES
Processus où des quantités évoluent aléatoirement au cours du temps.

THÉORIE DES NOMBRES
Traditionnellement, la théorie des nombres est une branche des mathématiques qui traite des propriétés des nombres entiers (entiers naturels ou entiers relatifs). Le terme « arithmétique » est aussi utilisé pour faire référence à la théorie des nombres.

TRAITEMENT DU SIGNAL
Ensemble de méthodes d'extraction et de traitement d'informations transmises sous forme de signaux par différents moyens : téléphone, fibre optique, etc. Les signaux peuvent être des images, des fichiers codés ou non, des flux de données sur internet, des électrocardiogrammes, de la musique…

Les partenaires

du zoom sur *les métiers des mathématiques*

Cette brochure est à l'initiative de quatre associations : la Société Mathématique de France (SMF), la Société de Mathématique Appliquées et Industrielles (SMAI), la Société Française de Statistiques (SFdS) et l'association *femmes et mathématiques*.

Des pouvoirs publics aux collectivités locales, des entreprises aux organismes de recherche, de très nombreux partenaires se sont associés à nous pour permettre la mise à disposition gratuite, à un large public, de ce document original qui illustre la variété des domaines d'activité où les mathématiques sont présentes et conduisent, grâce a des travaux passionnants et passionnés, à des résultats spectaculaires.

Ont contribué au financement de la brochure : le Ministère de l'éducation Nationale, la Région Haute-Normandie, l'INRIA, Rennes Métropole, Bertin Technologies, Sofinnova, ILOG, la Fédération de Recherche en Sciences mathématiques (Paris), l'École Doctorale des Sciences mathématiques de Paris-centre, l'INRA, Bouygues SA, IMACS. Nous voulons leur exprimer notre plus profonde gratitude pour leur générosité.

Nous remercions aussi l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (l'APMEP) pour son aide à la diffusion du document.

Merci aux jeunes professionnels qui ont accepté de jouer le jeu des entretiens, avec une grande disponibilité, et à l'équipe de l'ONISEP pour son professionnalisme, ainsi qu'à toutes les personnes nous ayant fourni gracieusement les illustrations de la brochure.

Un grand merci enfin à Brigitte Lucquin, coordinatrice du projet, pour son enthousiasme et sa ténacité, ainsi qu'à l'équipe de mathématiciens qui l'ont entourée, notamment Aziz Belmiloudi, Annick Boisseau, Jean-Pierre Borel, Mireille Bougeard, Yvon Maday, Jean-Louis Piednoir, Gérard Tronel.

Véronique Slovacek-Chauveau, *présidente de femmes et mathématiques*
Christiane Guiniot, *présidente de la SFdS*
Marie-Françoise Roy, *présidente de la SMF*
Denis Talay, *président de la SMAI*





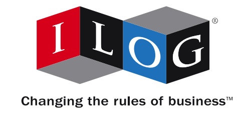










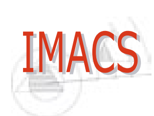




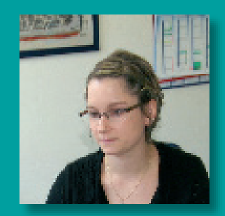
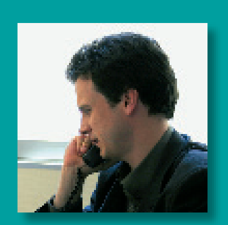








Vous aimez comprendre, anticiper, maîtriser l'imprévu ?

Analyser, visualiser, calculer. Les mathématiques permettent de modéliser une quantité

impressionnante de phénomènes naturels et technologiques. Dans la prévision météo,

la gestion des risques, l'aide à la décision en matière économique et financière, la planification

des transports, la protection de l'environnement, elles sont devenues indispensables.

Pourquoi ne pas choisir les métiers des mathématiques ?

Combinant réflexion personnelle et travail en équipe, rigueur et imagination, les métiers des mathématiques se diversifient, se développent et sont maintenant présents dans tous les secteurs de l'industrie et des services.







Cette brochure est consultable sur les sites des quatre associations (smf.emath.fr, smai.emath.fr, www.sfds.asso.fr et www.femmes-et-maths.fr) ainsi que sur les deux sites de l'Onisep (www.onisep.fr et www.onisep-reso.fr)